

ESTUDO DA CORRELAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM UM LATOSSOLO AMARELO ESCURO COM PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

Leonardo Rubim Reis¹, Luciano Baião Vieira², Evandro Chartuni Mantovani³, Nerilson Terra Santos⁴, Daniel Marçal Queiroz⁵

RESUMO

Este trabalho, parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, teve como objetivo avaliar a relação da condutividade elétrica do solo com, pH, CTC, teor de argila, P, Ca, Mg, H+Al, K, SB, V e teor de matéria orgânica. Em uma área experimental do Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo – EMBRAPA – no município de Sete Lagoas, MG – com latossolo amarelo escuro, foram marcados e georreferenciados 30 pontos num gride de 22,00 m x 6,00 m. No mesmo período foi avaliada a condutividade elétrica do solo, utilizando-se o equipamento Veris 3100. Para a análise de solo foram retiradas quatro amostras simples num raio de 1,50 metros do ponto central, para formar as amostras compostas, georreferenciadas, nas profundidades de 0 a 0,15 metros e de 0,15 a 0,30 metros. Não houve correlação entre teor de argila e matéria orgânica com a condutividade elétrica. Por outro lado, entre condutividade elétrica com capacidade de troca catiônica e pH houve correlação satisfatória.

Palavras chaves: sensor de condutividade elétrica, argila, matéria orgânica.

ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN THE ELECTRIC CONDUCTIVITY AND CHEMICAL PROPERTIES OF A DARK YELLOW LATOSSOLO SOIL

This study, the part of M.S. dissertation of the first author, was done to evaluate the relationship between the electric conductivity of the soil and its pH, CTC, P, Ca, Mg, H+Al, K, SB, V, clay and organic matter content. The experiments were done in a field of dark Yellow Latosolo, situated at the “Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo” – EMBRAPA, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil. A 22 x 6 meters grid was generated by marking thirty georeferenced points. The electrical conductivity of the soil was evaluated with the use of the Veris 3100 equipment. After measuring the electric conductivity, the soil moisture was monitored in samples collected from each point to the depths of 0.0 to 0.15 m and 0.15 to 0.30 m. For soil analysis, the four samples were collected from the similar depths in a radius of 1.50 m, around the central point and pooled. The composite samples were analyzed for pH, CEC, clay and organic matter content. There was no correlation between clay or organic matter content and electric conductivity. On the other hand, there was a satisfactory correlation between CEC or pH and electric conductivity.

Keywords: sensor electric conductivity, clay, organic matter.

Recebido para publicação em 09/10/2008. Aprovado em 20/03/2009

1 Eng. Agrônomo, Ms.Eng. Agrícola, Doutorando Eng. Agrícola UFV; Av. Ph.Rolfs, s/n, Departamento de Eng.Agrícola- UFV- MG, Viçosa- MG, Cep: 36570-000, Brasil.

2 Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola Av. Ph.Rolfs, s/n, Departamento de Eng.Agrícola- UFV- MG

3 Eng. Agrícola, Phd. Engenharia Agrícola. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Parque Estação Biológica - W3 Norte Asa Norte 70770-901 - BRASÍLIA, DF - Brasil - Caixa-Postal: 040315

4 Engenheiro Agrônomo, Ph.D. Genética e Melhoramento, Prof. Adjunto. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Informática. Universidade Federal de Viçosa - UFV 36571000 - Viçosa, MG – Brasil

5 Eng. Agrícola, Pro Adjunto Departamento de Engenharia Agrícola Av. Ph.Rolfs, s/n, Departamento de Eng.Agrícola- UFV- MG

INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão (AP) é uma ferramenta tecnológica que proporciona a exploração de todos os componentes do sistema solo de uma forma precisa e individual, permitindo a realização de correlações posteriores entre os atributos do solo e conseqüentemente o diagnóstico de problemas específicos, que poderão receber tratamentos diferenciados.

Dentre as várias ferramentas tecnológicas disponíveis para a agricultura de precisão, encontram-se os avanços da eletrônica e da informática, bem como aquelas ligadas ao geoprocessamento – as chamadas geotecnologias. (LAMPARELLI et al. 2001).

Em meio aos avanços da eletrônica destaca-se a condutividade elétrica do solo, que pode ser medida facilmente, transmitindo uma baixa corrente elétrica, a qual elétrons se movem pelo solo. O solo é composto por sólidos, líquidos e gases, esses últimos são isolantes e não conduzem eletricidade. Por outro lado, a fase sólida (como partículas de argila) e a fase líquida (solução do solo) tem um papel importante no movimento de elétrons.

A condutividade elétrica do solo têm apontado seu potencial para a mensuração de conteúdo de argila (WILLIAMS e HOEY, 1987), teor de água (KACHANOSKI, 1988), capacidade de troca catiônica, teores de cálcio e magnésio trocáveis (McBRIDE et al., 1990), profundidade de camada compactada (DOOLITTLE et al., 1994 e CLARK et al., 2000), teor de matéria orgânica (JAYNES et al., 1996), teor de sais da solução do solo (CAMINHA JUNIOR et al., 2000), dentre outros.

Este trabalho tem por objetivo estudar a variabilidade espacial da condutividade elétrica e sua correlação com atributos químicos do solo, o qual faz parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma área 0,70 ha, pertencente a Embrapa/CNPMS, Sete Lagoas, Minas Gerais, às margens da rodovia MG 424, km 65, coordenadas geográficas 19° 28' 00" Latitude Sul, 44° 15' 08" Longitude W GrW. O clima da região segundo Koopen, é do tipo AW, clima de savana, com inverno seco, temperatura média 22,9 °C e o relevo plano ondulado. O solo da área experimental foi classificado de acordo com EMBRAPA (1999) como sendo Latossolo Amarelo Escuro.

Os pontos para amostragem de solo foram demarcados em um grid de 22,00 x 6,00 m, totalizando 30 pontos. Para o georreferenciamento da área e dos pontos de amostragem foi utilizado um aparelho de GPS, marca Trimble, modelo PRO XRS.

As medidas de condutividade elétrica da área total, foram feitas utilizando-se o sensor de mapeamento de condutividade elétrica modelo Veris 3100, acoplado a um trator MF 290. A marcha utilizada foi segunda simples a rotação de 1.600 rpm, que correspondia a 10 km h⁻¹.

O sistema de mapeamento de condutividade elétrica fabricado pela Veristech®, modelo Veris 3100, utiliza três pares de eletrodos em formas de discos, para determinar a condutividade elétrica do solo (Figura 1).

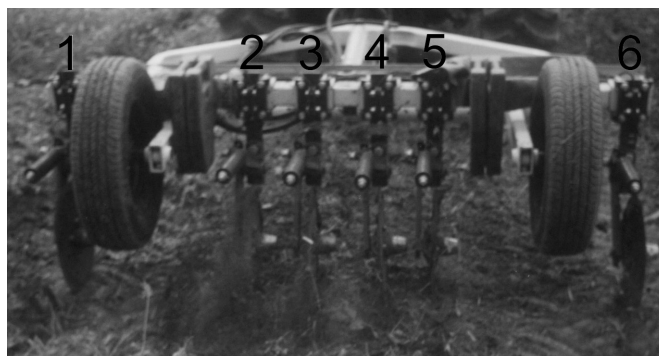


Figura 1. Sensor de condutividade elétrica mostrando os números dos transmissores de corrente em forma de disco.

Os discos penetram a superfície do solo a uma profundidade de 6 cm. Um par de elétrodos tem a função de transmitir a corrente elétrica no solo, enquanto os outros dois pares coletam diferenças na corrente elétrica transmitida devido a sua transmissão pelo solo (resistência). A profundidade de medida é baseada no espaçamento dos discos. O par central de discos capta a resistência entre profundidades de 0,00 a 30,00 cm, enquanto o par externo capta entre 0,00 a 90,00 cm. Os dados de condutividade elétrica do sensor, refletem a conversão da resistência em condutividade ($1/\text{resistência} = \text{condutância}$). O sistema trabalha com duas configurações, rasa e profunda.

A configuração rasa usa os quatro discos (2, 3, 4 e 5). A voltagem é medida entre os dois (3 e 4) que são separados por uma distância "d". Na configuração profunda são utilizados os discos (1, 2, 5 e 6) e a voltagem é medida entre os discos 2 e 5, Figura 1. Quando os elétrodos (discos) são separados por d metros a condutividade é medida para uma profundidade de aproximadamente $1.5 \cdot d$ metros.

O sensor de medida de condutividade elétrica foi configurado para gravar os dados, em intervalos de 1,0 segundo, com profundidades de leitura de 0 a 0,30 m e 0 a 0,90 m. Para o georreferenciamento das medidas de condutividade elétrica foi acoplado ao sensor um receptor Ag-DGPS 114, marca Trimble®. Neste trabalho apenas as leituras de 0 a 0,30 m de profundidade foram utilizadas.

Com o trado tipo holandês, em torno de cada nó georreferenciado do grid foram retiradas amostras

de solo em 4 locais definidos aleatoriamente num raio máximo de 1,50 m, obtendo-se uma amostra composta representativa da camada de 0 a 0,30 m de profundidade.

Após retirada das quatro amostras, estas eram colocadas em um recipiente para homogeneização, armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório central da Embrapa. Foram feitas análises de pH, CTC, teor de argila, P, Ca, Mg, H+Al, K, SB, V e teor de matéria orgânica.

A primeira fase de análise dos resultados limitou-se à análise exploratória dos dados coletados. Essa análise preliminar teve como objetivo descrever as variáveis, pH, CTC, teor de argila, P, Ca, Mg, H+Al, K, SB, V, teor de matéria orgânica e condutividade elétrica através de estimativas dos parâmetros estatísticos. Foram determinados alguns parâmetros estatísticos, como média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, valores mínimo e máximo.

A análise dos dados de condutividade elétrica e os parâmetros físico-químicos do solo, foram realizados por meio do índice de correlação de Pearson, calculados pelo programa estatístico STATISTICA®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os valores de argila (Quadro 1), pode-se dizer que o solo tem uma textura argilosa (EMBRAPA, 1979), e com elevado teor de matéria orgânica.

Quadro 1. Estatísticas descritivas dos parâmetros dos solos

	pH (H ₂ O)	Argila (%)	M.O (dag/Kg)	P (mg/dm ³)	K	Mg (cmolc/dm ³)	Ca	CTC	S.B	H+Al	V (%)	C.E (S/m)
Máximo	7,70	61,00	2,84	28,00	200,00	0,73	11,03	12,83	11,77	3,20	92,00	10,41
Média	6,15	54,50	2,34	15,43	146,17	0,47	4,71	8,12	5,56	2,56	67,50	6,49
Mínimo	5,10	45,00	1,95	8,00	100,00	0,27	3,05	6,68	3,68	1,06	55,00	4,47
Desvio padrão	0,52	3,21	0,22	5,48	25,81	0,11	1,49	1,15	1,51	0,45	7,68	1,28
Mediana	6,2	55,00	2,34	14,50	147,50	0,45	4,55	7,91	5,47	2,68	68,00	6,37
Coefficiente de variação (%)	8,52	5,89	9,50	35,52	17,66	24,41	31,58	14,18	27,20	17,73	11,38	19,71

Comparando os dados com Alvarez et. al (1999), os níveis de Mg e CTC estão com valores médios. Em relação a Ca, S.B, V, P e K, os valores estão próximos do que é considerado muito bom. Por outro lado, a acidez potencial (H+Al) está baixa, e a acidez ativa (pH) se encontra na faixa de acidez média a fraca, condições ideais para a maioria das culturas.

Para o cálculo da correlação entre a condutividade elétrica e as características físico-químicas do solo, foi utilizado os valores medidos nos 30 pontos cujas posições coincidiam ou que estavam mais próximos de onde foram coletadas as amostras de solo. Os valores obtidos para a correlação entre estas características são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Coeficientes de correlação de Pearson observados entre condutividade elétrica do solo e parâmetros químicos do solo, nos dias avaliados.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
Argila	-0,25	-0,30	0,09	-0,19	-0,18	-0,55	-0,31	-0,05	0,01	0,11	-0,24
pH	0,46	0,42	0,38	0,57	0,42	0,62	0,62	0,25	0,06	-0,02	0,55
H+Al	-0,54	-0,37	-0,21	-0,57	-0,43	-0,67	-0,68	-0,38	-0,16	-0,01	-0,55
Ca	0,63	0,60	0,49	0,65	0,57	0,75	0,75	0,46	0,28	0,17	0,73
Mg	-0,25	-0,39	-0,44	-0,28	-0,37	-0,01	-0,08	-0,45	-0,42	-0,66	-0,39
K	0,059	-0,06	0,16	0,08	0,20	0,21	0,12	0,10	0,17	0,17	0,14
P	0,49	0,39	0,44	0,40	0,39	0,39	0,54	0,36	0,29	0,24	0,52
M.O	-0,17	-0,16	0,11	-0,15	-0,04	0,00	-0,20	-0,29	-0,07	-0,25	-0,13
S.B	0,60	0,56	0,46	0,62	0,54	0,75	0,73	0,43	0,25	0,13	0,70
CTC	0,58	0,59	0,52	0,59	0,54	0,72	0,70	0,41	0,27	0,16	0,66
V	0,55	0,39	0,32	0,55	0,43	0,68	0,69	0,31	0,16	-0,05	0,57

Ao longo dos dias de avaliação a correlação entre condutividade elétrica e argila não apresentou nenhuma tendência (Quadro 2), pois, ao longo do período foram observados valores tanto positivos quanto negativos, além de valores bem próximos de zero. Tal comportamento pode ter ocorrido pelo fato da área em estudo ser homogênea em relação ao teor de argila. Esse comportamento da correlação indica não existir relação significativa entre o teor de argila no solo e condutividade elétrica. A argila interfere na condutividade elétrica do solo devido aos cátions trocáveis presentes em sua composição e a água que fica associada a argila. Macneill (1980), não encontrou correlação significativa entre teor de argila superficial e condutividade elétrica superficial, na camada de 0 a 0,30 m.

Entre as variáveis CTC e condutividade elétrica, foram observados valores do coeficiente de correlação entre estas duas

variáveis acima de 0,50 do primeiro dia ao sétimo dia de avaliação e abaixo de 0,50 do oitavo ao décimo dia (Quadro 2). Tais valores sugerem existir uma relação significativa entre condutividade elétrica e CTC do solo. Vale lembrar que foi observado uma tendência de diminuição do teor de umidade nos últimos dias de avaliação. A CTC indica a quantidade de íons positivos (cátions) que o solo é capaz de reter em determinadas condições e permutar por quantidades estequiométricas equivalentes de outros cátions, sendo função da intensidade de cargas negativas que se manifesta nos colóides. Quanto maior a CTC do solo maior o número de cátions que este solo pode reter (LOPES e GUIDOLIM, 1989).

Em solos minerais, que contêm níveis altos de matéria orgânica e/ou minerais de argila 2:1 como montmorillonita, illita ou vermiculita, têm uma maior habilidade para reter íons positivamente carregados como (Ca, Mg, K,

Na, NH₄, ou H) do que solos com deficiência destes componentes. A presença destes íons nos poros de solos, apresentando alta umidade, aumentará a condutividade elétrica da mesma forma que salinidade (DOERGER, 2001). Na condição de campo do experimento, onde o solo possui alto teor de matéria orgânica, é um solo argiloso, este comportamento da condutividade elétrica pode ser observado.

Embora a magnitude dos valores seja diferente daqueles entre CTC e condutividade elétrica, é possível chegar a similar inferência para explicar a relação entre pH e condutividade elétrica (Quadro 2). Por outro lado, a matéria orgânica teve comportamento similar ao observado para a relação entre argila e condutividade elétrica (Quadro 2).

Com base no módulo do valor numérico observado para o coeficiente de correlação, classificou-se a relação linear entre duas variáveis em cinco categorias: desprezível (0,00 a 0,29); baixo (0,30 a 0,49); moderado (0,50 a 0,79); alto (0,80 a 0,99) e perfeito (1,00) (SCHIMDT 1975).

Basicamente, todo e qualquer coeficiente de correlação superior a 80 % (0,80) revela que a reta é representativa dos pontos levantados (VANNI, 1998). Portanto, de acordo com Schimdt (1975) todos os coeficiente de correlação entre condutividade elétrica e matéria orgânica foram desprezíveis (Quadro 2). A maioria das correlações encontradas foram moderadas.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir o seguinte:

- Não houve correlação significativa entre a condutividade elétrica e o teor de argila.
- A condutividade elétrica em relação a capacidade de troca catiônica e pH os

resultados verificados indicaram que houve correlação positiva moderada e uma correlação satisfatória respectivamente.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVAREZ V. H., NOVAIS, R. F., BARROS, N. F., CANTARUTTI, R. B., LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em minas Gerais. 5º Aproximação. Viçosa, MG, 1999.

CAMINHA JUNIOR, I.C.; SERAPHIM, O.J.; GABRIEL, L.R.A. Caracterização de uma área agrícola irrigada com efluente agroindustrial, através de análises químicas e da resistividade do solo. Energia na Agricultura, Botucatu, v.13, n.4, p.40-54, 2000.

CLARK, R.L.; CHEN, F.; KISSEL, D.E.; ADKINS, W. Mapping soil hardpans with the penetrometer and electrical conductivity. In: International conference on precision agriculture, 5. Minneapolis. Proceedings... Minneapolis: P.C. Robert, 2000.

DOERGE, T. Fitting soil electrical conductivity measurements Into the precision farming toolbox. Presented at the 2001 Wisconsin Fertilizer, Agrilime and Pest Management Conference. Madison, WI, January 16-18.

DOOLITTLE, J. A., SUDDUTH, K.A., KITCHEN, N.R., INDORANTE, S.J. (1994) Estimating Depth to Claypans Using Electromagnetic Induction Methods. Journal of Soil and Water Conservation, 49, 572-575.

EMBRAPA, Serviço nacional de levantamento e conservação de solo: Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro – R.J. Brasil, 1979.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.

JAYNES, D.B. (1996) Improved Soil Mapping Using Electromagnetic Induction Surveys. Proceedings of the 3rd International Conference on Precision Agriculture, pp 169-179.

KACHANOSKI, R.G., GREGORICH, E.G., Van WESENBEECK, I.J., Estimating spatial variations of soil water content using non contacting electromagnetic inductive methods. Can. J. Soil Sci.:68, 715-722, 1988.

LAMPARELLI, R.A.C.; ROCHA, J.V.; BORGHI, E. Geoprocessamento e agricultura de precisão: fundamentos e aplicações. Guaíba: Agropecuária, 2001. 118p.

LOPES, A.S, GUIDOLIM, J.A. A interpretação de análise de solo – Conceitos e aplicações. 30 edição. Comitê de pesquisa/Técnico/ANDA

Associação Nacional para difusão de Adubos – São Paulo, 1989, 64p.

MAcNEILL, J.D., Electrical conductivity of soil and rocks. Technical Note TN-5, GEONICS LTD. Mississauga, Ont., Canada, 1980.

McBRIDE, R.A., GORDON, A.M., SHRIVE, S.C. Estimating forest soil quality from terrain measurements of apparent electrical conductivity. Soil Sci. Soc. Amer. J. 54:290-293. 1990.

SCHMIDT, M. J. Understanding and Using Statistics Basic Concepts. Massachusetts, USA: D. C. Heath and Company, 1994.

VANNI, S.M. Modelos de regressão: Estatística aplicada. São Paulo, Legmar Informática, 1998. 177p.

WILLIAMS, B., HOEY, D. (1987). The Use of Electromagnetic Induction to Detect the Spatial Variability of the Salt and Clay Content of Soils. Australian Journal Soil Research, 25, 21-27.