

## CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO AVALIADA POR SENSOR E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DO MILHO

EDUARDO MÜLLER GRUHN<sup>1</sup>, TELMO JORGE CARNEIRO AMADO<sup>2</sup>, DOUGLAS DALLA NORA<sup>3</sup>, FABIANO MAURÍCIO TABALDI<sup>4</sup>

1 Graduando em Agronomia UFSM, Santa Maria, RS, eduardogruhn@hotmail.com

2 Professor Titular do Curso de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFSM; - Bolsista CNPq, RS, florestatel@hotmail.com;

3 Pós-graduando em Ciência do solo, UFSM; douglasdnpg@gmail.com

4 Pós-graduando em Agricultura de precisão, UFSM; fabianotabaldi@gmail.com

\*Parte da dissertação do quarto autor

Apresentado no  
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2012  
24 a 26 de setembro de 2012- Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** A variabilidade espacial do solo é elevada e dependente de uma série de fatores que atuam conjuntamente. Nesse contexto, o presente trabalho teve o objetivo de determinar a condutividade elétrica (CE) de um Latossolo através do uso de um sensor e sua relação com os fatores químicos do solo e com a produtividade da cultura do milho. O experimento foi conduzido em um Latossolo manejado sob plantio direto consolidado. A condutividade elétrica foi avaliada com uso do sensor Veris® 3100, para as profundidades de 0-30 cm e 0-90 cm. As avaliações foram realizadas no ano agrícola de 2012/13 na cultura do milho. As amostras de solo foram coletadas à partir de uma malha amostral de 2 ha utilizando o software FarmWorks (Trimble®). Os parâmetros químicos do solo e a condutividade elétrica foram comparados pelo método de regressão múltipla do tipo 'stepwise'. A variação da CE e da produtividade do milho foi determinada por regressão. A CE, na camada de 0-30 cm, foi explicada pela argila, CTCpH7,0 e SB e para a camada de 0-90 cm pelo teor de argila. O aumento da produtividade se correlacionou linearmente com o aumento da CE em ambas as profundidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Veris, Clay, Sum of bases.

**ABSTRACT:** The spatial variability of soil is high and dependent on a number of factors working together. In this context, the present study aimed to determine the electrical conductivity of an Oxisol through the use of a sensor and its relationship with chemical soil factors and productivity of corn. The experiment was conducted on an Oxisol consolidated managed under no-tillage. The electrical conductivity was measured using the Veris 3100 sensor to depths of 0-30 cm and 0-90 cm. The evaluations were conducted in the agricultural year 2012/13 in maize. Soil samples were collected from a sample grid 2 ha using FarmWorks software (Trimble®). Chemical parameters of the soil and the electrical conductivity were compared by means of multiple regression of type 'stepwise'. The variation of EC and corn yield was determined by regression. The EC, in the 0-30 cm layer was explained by clay CTCpH 7, SB and the 0-90 cm layer of the clay content. Increased productivity correlated linearly with the increase in the EC both layers.

**KEYWORDS:** Veris, Clay, Sum of bases.

**INTRODUÇÃO:** A estimativa da condutividade do solo tem sido utilizada como indicador da variabilidade de propriedades edafológicas e da produtividade das culturas (SIRI-PRIETO et al., 2006). A medida de condutividade elétrica é um produto de fatores tanto estáticos como dinâmicos que incluem a salinidade do solo, a mineralogia e argila, umidade, resistividade e temperatura (JOHNSON et al., 2003; MOLIN; RABELLO, 2011). Como vantagens comparativas a outros métodos disponíveis para descrever a variabilidade do solo, a CE determinada com uso de equipamento móvel com emissores e receptores de corrente elétrica, associados ao sistema de posicionamento global (GPS) possibilitam a amostragem de forma rápida aliada a um grande número de leituras (MACHADO et al., 2006). Por meio

da indução eletromagnética mede a CE em solos um equipamento que utiliza esse princípio de funcionamento é o Veris® 3100 (Veris Thecnologies, Salina, KS, EUA) que fornece valores de condutividade elétrica sem nenhuma calibração (MACHADO et al., 2006; MOLIN; RABELLO, 2011). Este equipamento realiza simultaneamente medições nas profundidades de 0-30 e 0-90 cm, armazenando os dados em  $mS\ m^{-1}$ . Nesse contexto o presente trabalho teve como objetivo determinar a condutividade elétrica de dois Latossolos pelo uso de um sensor e relacionar esse índice com os demais parâmetros químicos do solo e com a produtividade da cultura do milho.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no município de Carazinho, RS, Brasil (coordenadas 52°43'30"W, 28°19'1.5"S; cerca de 560 m de altitude). A área vem sendo manejada por mais de 20 anos no Sistema de Plantio Direto com a rotação das culturas. O clima do local é subtropical úmido, tipo Cfa (segundo classificação de Köppen). O solo estudado foi um Latossolo Vermelho com textura argilosa. As avaliações de CE foram realizadas na safra agrícola de 2012/13 para a cultura do milho em uma área de 39 ha. Todas as leituras foram efetuadas no mês de maio de 2013. Após o mapeamento da CE os dados foram processados no software FarmWorks (Trimble®), criando-se classes por desvio-padrão obtendo assim zonas com diferentes potencias de condutividade elétrica. A partir da formação de zonas homogêneas de CE foi gerado pontos de amostragem de solo. A obtenção dos dados de CE foi realizada com o equipamento VERIS® 3100. A avaliação da CE foi realizada no mês de maio de 2013. As amostras de solo para correlação com CE foram estipuladas à partir de uma malha amostral de 2 ha utilizando o software FarmWorks (Trimble) sendo coletadas na profundidade de 0-15 cm. Foram estipulados três pontos amostrais por zona de condutividade elétrica.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para identificar os principais fatores correlacionados a CE foi realizada a análise de regressão múltipla do tipo “stepwise” para isolar os componentes principais que explicam a variação da CE de ambos os experimentos.

Tabela 1. Coeficientes de regressão múltipla pelo método “stepwise” entre os atributos químicos do solo e a Condutividade Elétrica das camadas de 0-30 e 0-90 cm.

Prof. da CE	Intercepto (a)	pH (b1)	Al (b2)	H+Al (b3)	Ca (b4)	Mg (b5)	K (b6)	CTC <sub>Ef</sub> (b7)	CTC <sub>pH7,0</sub> (b8)	SB (b9)	P (b10)	V% <sup>(6)</sup> (b11)	m% (b12)	Argila (b13)	MOS (b14)	Teste F	R <sup>2</sup> modelo
								****cm <sub>e</sub> dm <sup>-3</sup> ****		mg dm <sup>-3</sup>		*** % ***		g kg <sup>-1</sup>			
CE 0-30 cm	-5,721	-	-	-	-	-	-	-	0,841	0,76	-	-	-	0,048	-	37,7***	0,98
R <sup>2</sup> parcial		-	-	-	-	-	-	-	-0,075	0,02	-	-	-	0,89	-		
CE 0-90 cm	-3,949	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,029	-	15,2*	0,64
R <sup>2</sup> parcial		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64	-		

Al- Alumínio; H+Al- Acidez potencial; Ca- Cálcio; Mg- Magnésio; K- Potássio; SB- Soma de bases; P- Fósforo; V%- Saturação por Bases; m%- Saturação por Al; MOS- Matéria Orgânica do Solo; R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação. \*Significativo a 5% de probabilidade. \*\*\*Significativo a 0,1% de probabilidade. CE = a + b<sub>1</sub>pH + b<sub>2</sub>Al + b<sub>3</sub>H+Al + b<sub>4</sub>Ca + b<sub>5</sub>Mg + b<sub>6</sub>K + b<sub>7</sub>CTC<sub>efetiva</sub> + b<sub>8</sub>CTC<sub>pH7,0</sub> + b<sub>9</sub>SB + b<sub>10</sub>P + b<sub>11</sub>V% + b<sub>12</sub>m% + b<sub>13</sub>Argila + b<sub>14</sub>MOS.

A CE apresentou coeficientes de regressão positivos significativos com os fatores teor de argila e soma de bases além de um coeficiente negativo significativo com a CTC<sub>pH7,0</sub> (Tabela 1), esses fatores em conjunto explicaram 98% da variação da CE da área experimental. A elevada percentagem de explicação da variação da CE deve-se principalmente a variação da argila que, sozinha, apresentou 89% da explicação dada pelo modelo. Como observado na Figura 1a, o aumento dos teores de argila inferem no aumento linear da CE da camada de 0-30 cm. JOHNSON et al. (2001). Como a CTC pH 7,0 do solo pode ser composta, principalmente, pela acidez potencial, este componente apresentou coeficiente de regressão negativo com a CE do solo, fato este justificado pelo ajuste quadrático entre as variáveis (Figura 1b). Valores elevados de CTC<sub>pH7,0</sub> podem ser originados pela maior acidez do ponto em questão reduzindo a CE daquele local. A CE na camada de 0-90 cm, apresentou coeficiente de regressão positivo significativo com o teor de argila do solo, em que esse componente explicou 64% da variação da CE do solo (Tabela 1).

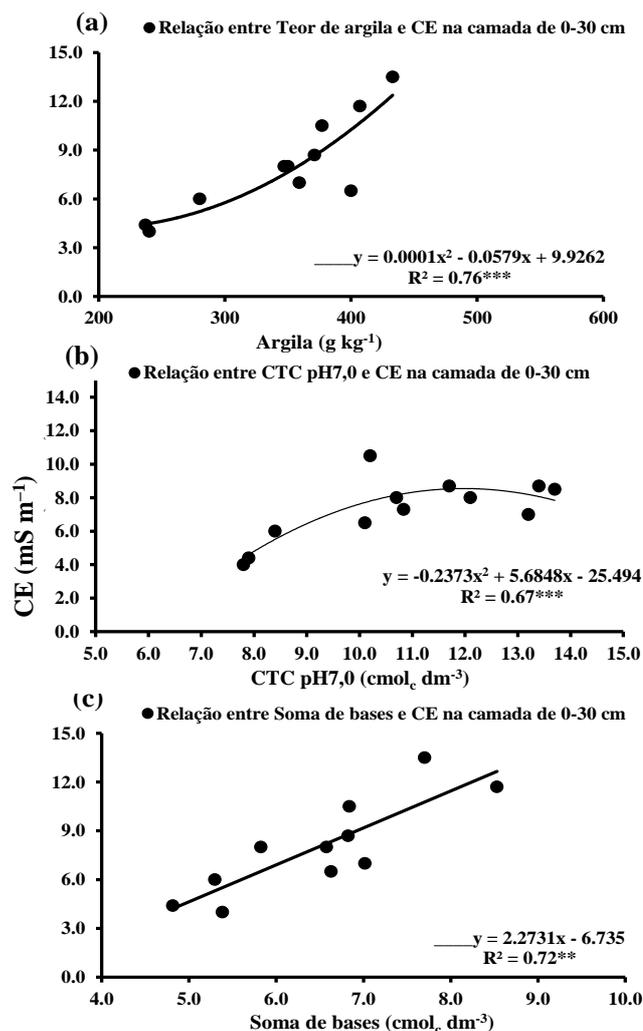


Figura 1. Relação entre a condutividade elétrica (mS m<sup>-1</sup>) da camada de 0-30 cm com o teor de argila (a), CTC pH7,0 (b) e soma de bases (c).

O aumento do teor de argila resulta no incremento do teor de carbono orgânico nos solos brasileiros, e vários trabalhos têm demonstrado que a elevação do teor de carbono orgânico gera aumento na CE em Latossolos (OLIVEIRA et al., 2002). Nota-se, em ambos os experimentos, que os valores de CE foram maiores na camada de 0-30 cm comparativamente a de 0-90 cm, o que pode ser explicado pela maior concentração de nutrientes e matéria orgânica na camada mais superficial do solo. Cabe ressaltar que os valores de CE desse estudo são considerados altos de acordo com MACHADO et al. (2006), isso se deve a elevada CTC dos solos em questão, índice o qual é determinado pelo tipo de argila e o conteúdo de MO do solo.

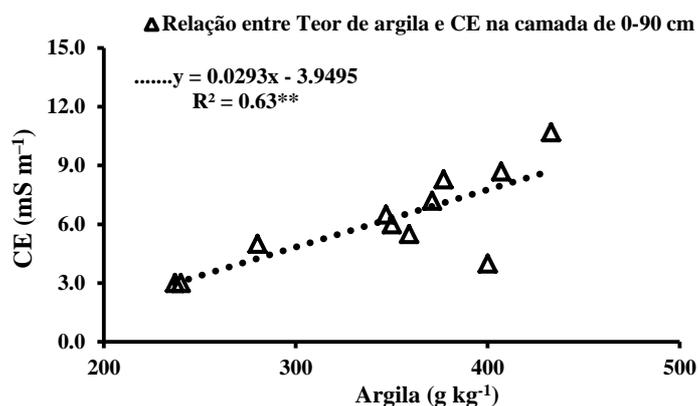


Figura 2. Relação entre a condutividade elétrica (mS m<sup>-1</sup>) da camada de 0-90 cm com o teor de argila.

A produtividade do milho aumentou linearmente em relação ao aumento da CE (Figura 3) nas duas

camadas de solo avaliadas. A CE da camada de 0-90 cm apresentou maior coeficiente de determinação ( $R^2=0,81$ ) com a produtividade do milho. De acordo com a equação ajustada nessa camada a maior produtividade do milho foi igual a 13000,5 kg ha<sup>-1</sup> quando a CE foi de 10,7 mS m<sup>-1</sup>. A correlação entre a produtividade das culturas e a CE indica que esse parâmetro pode ser útil na definição de zonas de manejo diferenciadas dentro da lavoura já que a CE apresenta facilidade e rapidez na sua determinação, o que torna possível a obtenção de uma grande quantidade de leituras por unidade de área (CASTRO; MOLIN, 2004).

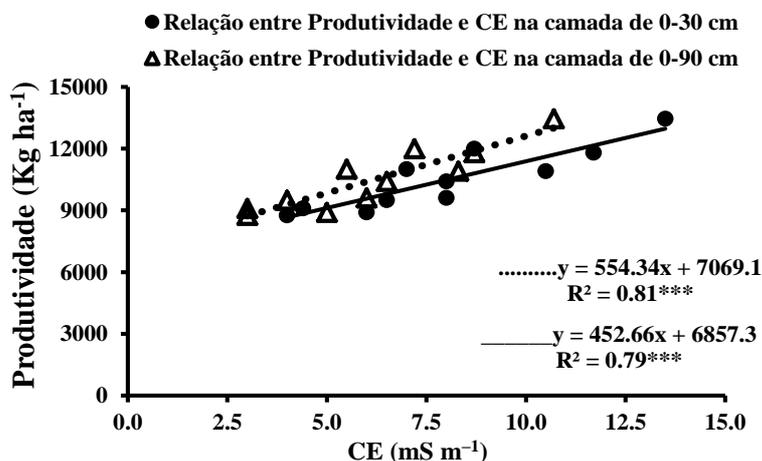


Figura 3. Relação entre a produtividade do milho (Kg ha<sup>-1</sup>) e a condutividade elétrica (mS m<sup>-1</sup>) do solo na camada de 0-30 cm e na camada de 0-90 cm.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** O mapeamento da CE é adequado para delinear a variabilidade espacial de características do solo. Em situação onde a variação espacial dos teores de argila é maior, esse fator se torna a principal explicação da variação da CE do solo. A variação da condutividade elétrica na camada de 0-90 cm de profundidade explicou a alteração de produtividade do milho em ambos os experimentos implantados em Latossolos.

## REFERÊNCIAS

- CASTRO, C. N.; MOLIN, J. P. Definição de unidades de gerenciamento do solo através da sua condutividade elétrica e variáveis físico-químicas utilizando classificação Fuzzy. In: Congresso brasileiro de agricultura de precisão, 2004, Piracicaba. Anais. Piracicaba: USP/ESALq, 2004.
- JOHNSON, C.K. et al. Field-scale electrical conductivity mapping for delineating soil condition. Soil Science Society of America Journal, v.65, p.1829-1837, 2001.
- JHONSON, C. K. et al. Status of soil electrical conductivity studies by central state researches. St. Joseph: ASAE, 2003. Annual International Meeting, Las Vegas, NV.27-30 July 2003.
- MACHADO, P.L.O.A. et al. Mapeamento da condutividade elétrica do solo e relação com os teores de argila de um Latossolo Vermelho sob plantio direto no Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.6, p.1.023-1.031, 2006.
- MOLIN, J.P.; RABELLO, L.M. Estudos sobre a mensuração da condutividade elétrica do solo. Engenharia na Agricultura, v. 31, n. 1, p. 90-101. 2011.
- SIRI-PRIETO, G. et al. The world's oldest cotton experiment: relationships between soil chemical and physical properties and apparent electrical conductivity. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 37, p. 1-20, 2006.