

Medida de Condutividade Elétrica do Solo Adaptada a uma Plantadeira

Introdução

Um dos maiores problemas em agricultura de precisão é decidir a quantidade de amostragem do estudo que se esta fazendo em uma área, como por exemplo, as características do solo, tais como, acidez; umidade etc.

Ferramentas e metodologias que possam auxiliar aos usuários de uma forma rápida no modo de como decidir essa amostragem ou definir sobre regiões de estudo levando em consideração a variabilidade espacial, são de grande importância tanto para a pesquisa como para empresas especializadas.

Uma metodologia muito usada para esta demanda é a medida de condutividade elétrica, tendo como meio condutor o próprio solo, podendo ser medida com equipamentos relativamente simples e com grande eficiência operacional.

Essa técnica tem um custo relativamente baixo comparado com técnicas de medida de outras grandezas agrônômicas. Porém, a condutividade elétrica se correlaciona com múltiplos parâmetros químicos e físicos do solo, tornando medidas isoladas praticamente inúteis na maioria dos casos.

Alguns equipamentos foram desenvolvidos para esta medida, sendo um dos mais conhecidos o sistema VERIS 3100 de fabricação da Veris Technologies (2008), que é um equipamento importado.

A utilização deste equipamento requer que ele seja conduzido por um veículo motorizado para realizar as medidas antes de qualquer atividade de manejo da região e depois correlaciona-las, através de mapas de condutividade elétrica com alguns parâmetros agrônômicos que se esta estudando.

Baseados neste parâmetro alguns pesquisadores sugeriram uma adaptação do sistema de medida de condutividade elétrica a um implemento agrícola de uso normal da propriedade agrícola, reduzindo assim o tempo, os gastos de combustível e custo do equipamento com a coleta das medidas.

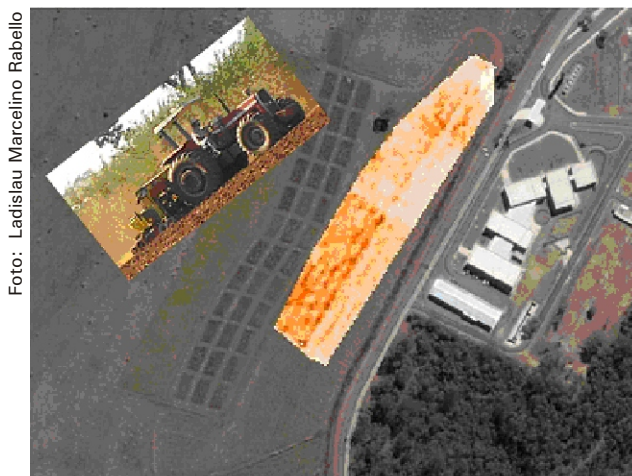


Foto: Ladislau Marcelino Rabello

Os resultados destes trabalhos podem ser visto nos escritos de Inamassu e Rabello (INAMASSU et al., 2007; RABELLO et al., 2008a; 2008b), onde abordavam a medida de condutividade elétrica do solo adaptado a um implemento agrícola, no caso, um subsolador, conforme ilustrado na Figura 1.

No artigo de Inamassu et al. (2007) foram implementados os primeiros mapas de condutividade elétrica usando este tipo de adaptação, conforme ilustrado na Figura 2, para uma plantação de cana de açúcar, no início do preparo da área, compreendendo uma área de 2 alqueires.

O princípio de funcionamento desta adaptação baseia-se na utilização

dos discos de corte do sistema subsolador como eletrodos de contato elétrico com o solo para a medida de condutividade elétrica, sendo as medidas coletadas e armazenadas com sua correspondente posição georeferenciada em um coletor de dados. O coletor de dados utilizado foi o próprio sistema eletrônico baseado em um PC104 de fabricação da *Veris Technology* utilizado no sistema de medida de condutividade elétrica de sua fabricação, o VERIS 3100 (VERIS..., 2008).

Essa circular técnica tem como objetivo a apresentação de um sistema de medida de condutividade elétrica, também adaptado a um sistema agrícola, sendo agora adaptado a uma semeadora, com a finalidade de reduzir o tempo de processamento e de coleta de dados sem a utilização do sistema VERIS 3100.

Autores

Ladislau Marcelino Rabello
Eng. Eletrônico, Dr., Pesquisador
Embrapa Instrumentação
Agropecuária, C.P. 741,
CEP 13560-970, São Carlos SP
rabello@cnpdia.embrapa.br

Ricardo Yassushi Inamassu
Eng. Mecânico, Dr., Pesquisador
Embrapa Instrumentação
Agropecuária, C.P. 741,
CEP 13560-970, São Carlos SP
ricardo@cnpdia.embrapa.br

André Torre Neto
Eng. Eletrônico, Dr., Pesquisador
Embrapa Instrumentação
Agropecuária, C.P. 741,
CEP 13560-970, São Carlos SP
andre@cnpdia.embrapa.br

Ariovaldo Luchiari Junior
Eng. Agrônomo, Dr.
Embrapa Meio Ambiente
Rodovia SP 340, km 127,5
Cx. P. 69
Jaguariúna SP
luchiari@cnpma.embrapa.br

José Paulo Molin
Eng. Agrícola, Dr.
USP-ESALQ, C.P. 09,
CEP 13418-900, Piracicaba, SP
jpmolin@esalq.usp.br



Fig. 1. Implemento subsolador adaptado para medida de condutividade elétrica do solo.

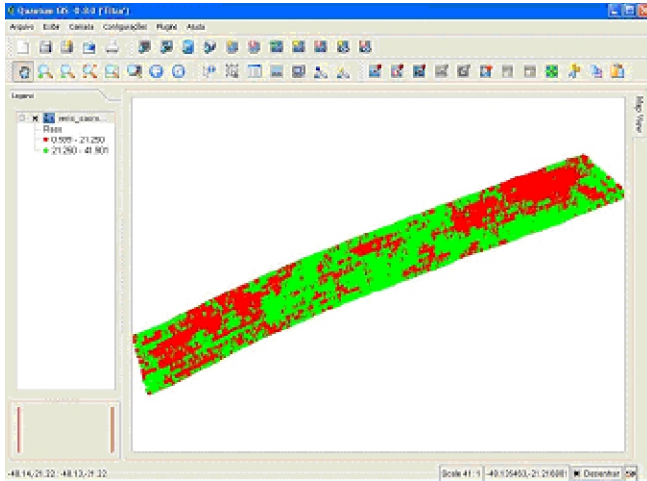


Fig. 2. Mapa de condutividade elétrica do solo usando sistema subsolador adaptado.

Princípio da medida de resistividade

A medida de resistividade elétrica consiste em usar uma amostra de forma e dimensões conhecidas (quadrada, cilíndrica, etc.). A resistência elétrica é então calculada pela seguinte equação:

$$R = \rho \frac{L}{A} \tag{Eq. 01.}$$

Onde:

- R resistência elétrica [Ohms];
- resistividade elétrica [Ohms centímetros];
- L comprimento da amostra [centímetros];
- A área de seção transversal da amostra [centímetros quadrados]

Para amostra de forma e dimensões não definidas, utiliza-se um método muito utilizado em geofísica, conhecido como sistema de quatro pontos (SMTIS, 1958). Este método utiliza quatro eletrodos de metal alinhados sequencialmente com espaçamentos conhecidos, Figura 3.

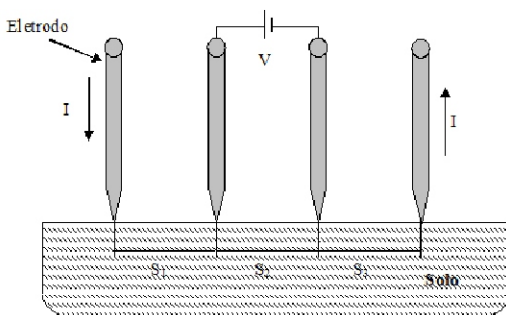


Fig. 3. Sistema de quatro pontos.

A corrente elétrica I (Ampère) é injetada nos dois eletrodos externos e a tensão V (Volts) é lida nos dois eletrodos centrais. A resistividade então é calculada com a seguinte equação:

$$\rho = \frac{2\pi \left(\frac{V}{I} \right)}{\left[\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} - \frac{1}{(S_1 + S_2)} - \frac{1}{(S_2 + S_3)} \right]} \tag{Eq. 02}$$

$$\rho = 2\pi S \frac{V}{I} \tag{eq. 03}$$

A condutividade elétrica, é definida como os inversos da resistividade elétrica, assim têm:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \tag{eq. 04}$$

Adaptação ao implemento agrário.

O implemento agrário escolhido para esta adaptação foi uma plantadeira de fabricação TATU MARCHESAN, modelo PHT³ plus plantio direto, de propriedade da EMBRAPA Meio Ambiente, ilustrada na Figura 4, tendo as seguintes características:

- Discos de corte 16" com movimentos laterais e verticais.
- Discos duplos desencontrados do Adubo 15" x 15"
- Hastes escarificadoras para o adubo, com mínima movimentação do solo e ajuste da profundidade do adubo.
- Discos duplos desencontrados da semente 15" x 15".
- Molas duplas nas linhas fornecem carga e curso de articulação adequada para o plantio direto em diferentes condições de solo.
- Rodas de controle de profundidade com bandas flexíveis.
- Ação efetiva junto ao disco duplo.



Fig. 4. Foto da semeadora de fabricação TATU MARCHESAN.

As especificações técnicas da plantadeira PHT³, segundo dados do fabricante são indicadas na tabela 1.

Tabela 1. Especificação técnica plantadeira PHT³ plus

Modelo/ nr. de linha	Espaçamento (mm)	Largura de transporte (mm)	Largura útil (mm)	Capacidade Depósitos		Peso (Kg)	Potência no motor Trator (cv)
				Semente (L/Kg)	Adubo (L/Kg)		
7/7	450	3100	2700	35/28	390/480	1750	100-110
7/6	540-450					1500	90-95
7/4	900					1350	85-90
5/5	450	2200	1800	35/28	260/312	1270	75-90
5/3	900					1020	60-65
3/3	450	1300	900	35/28	130/156	770	60-65
3/2	900					520	60-65

Na Figura 4, observa-se que a plantadeira possui discos de corte, sendo os que mais interessavam seriam os quatro discos dianteiros. Porém devido ao projeto do sistema nenhum disco esta isolado eletricamente em relação à estrutura.

A solução foi adaptar novos discos isolados entre os já instalados. Optou-se por essa solução para não mudar as características da plantadeira.

Os discos escolhidos deveriam ser os mais próximos parecidos com o da plantadeira, porém segundo o fabricante haveria a necessidade de projetar estes discos, pois já há algum tempo a empresa descartou o uso de discos separados e sim fazendo parte de um único bloco. Segundo o fabricante existem discos de outras empresas que atenderiam a essa necessidade, os quais foram encontrados e cedidos pela empresa Agri-Tillage do Brasil, ilustrado na Figura 5.



Fig. 5. Disco de corte para adaptação da plantadeira.

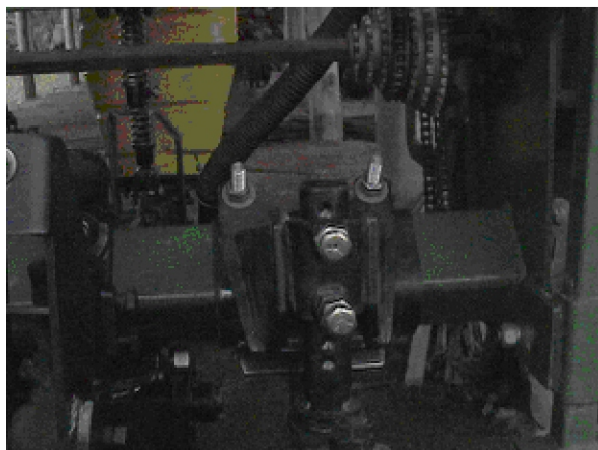


Fig. 6. Suporte de fixação do disco no barramento. Entre o barramento e o suporte está a manta de borracha para o isolamento elétrico.

Os discos são fixados no barramento de discos da plantadeira por meio de um suporte projetado para este fim. Neste suporte é feito o isolamento elétrico do disco com o restante da armação da plantadeira por meio de uma manta de borracha de 5 mm de espessura colocada entre o suporte e o barramento, como ilustrado na Figura 6.

Conforme se pode observar na Figura 6, o suporte possui dois parafusos para a fixação do disco. Estes parafusos, mais precisamente o de cima, possibilitaram o contato, através de um cabo elétrico com o coletor de dados localizado no trator, conforme ilustrado na Figura 7.



Fig. 7: Foto do contato elétrico via cabo.

Finalmente estes cabos são ligados diretamente ao cabo do sistema VERIS, o mesmo cabo que faz a conexão com o sistema de discos originais.

Resultados e discussões

Para testes com a plantadeira adaptada, foi utilizada uma área de aproximadamente 2 hectares do campo experimental da Embrapa Meio Ambiente localizada no município de Jaguariúna no estado de São Paulo com as seguintes coordenadas geofísicas: latitude sul igual a 22° 43' 8,6412" e longitude oeste igual a 47° 01' 9,0768" (-22,719067S; -47,019188O). Não havendo nenhuma cultura.

As passadas com a plantadeira adaptada foram simuladas como se estivesse sendo feito um plantio normal na área, resultando em um mapa de condutividade elétrica conforme ilustrado na Figura 8.

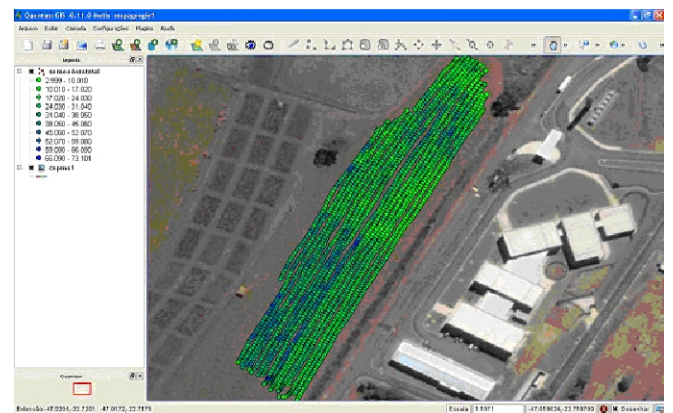


Fig. 8. Mapa de condutividade elétrica para a plantadeira adaptada; escala de condutividade elétrica acima a esquerda em mS/cm.

É possível observar pela Figura 8 que na metade inferior da região há uma mudança na cor, indicando uma região de maior condutividade elétrica. Isto se deve ao histórico da região ter realizado um experimento com plantação de girassol há algum tempo, não determinado.

Conclusões

O uso de ferramentas adequadas para uma rápida coleta de dados referentes aos parâmetros, fenômenos que se está estudando é de grande importância para a agricultura de precisão e a medida de condutividade elétrica tem sido uma técnica rápida e barata para a coleta de informações. Seu uso, porém, é dependente de instrumentos importados e é necessária sua utilização antes e depois de alguma ação a ser tomada no manejo da área, sendo depois utilizados os implementos necessários para o andamento do trabalho.

A adaptação de implementos de uso geral nos trabalhos de plantio conjugado com a coleta de dados referentes à condutividade elétrica do solo viabiliza este processo, uma vez que o usuário não necessita ter um instrumento dedicado para este fim e sim adaptando os que já tem. Reduzindo assim o custo e o tempo com a aquisição dos dados, para futuros estudos com mapas de condutividade elétrica como no caso, associando a produtividade; características do solo; etc.

A adaptação de uma plantadeira mostrou-se uma solução satisfatória para a medida de condutividade elétrica do solo, reduzindo o tempo de processamento e de coleta dos dados.

Agradecimentos

Aos colegas da Embrapa Meio Ambiente, Henrique Barros Vieira; Antonio Alves e Waldemore Moriconi pela participação no preparo da área experimental, pela plantadeira e pelas horas dirigindo o trator para a realização deste trabalho.

Referências

- INAMASSU, R. Y.; SIMÕES, M. dos S.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; RABELLO, L. M.; MOLIN, J. P. **Sistema de medida de condutividade elétrica do solo adaptado a um implemento agrícola** (subsolador). São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. 5 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Circular Técnica, 40).
- RABELLO, L. M.; YNAMASSU, R. Y.; TORRE NETO, A.; MOLIN, J. P.; LUCHIARI JUNIOR, A.; SIMÕES, M. dos S. Sistema de medida de condutividade elétrica do solo adaptado a um implemento agrícola (subsolador). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO - ConBAP, 2008, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2008a. 1 CD-ROM. p. 22-35. Editores: Carlos Alberto Vettorazzi e José Paulo Molin.
- RABELLO, L. M.; INAMASSU, R. Y.; TORRE NETO, A.; LUCHIARI, A.; MOLIN, J. P.; SIMÕES, M. S. Soil conductivity electrical measurement system suited to an agricultural implement (subsoiler). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 9., 2008, Denver. **Abstracts...** [S. l.: s. n.], 2008b. não paginado.
- SMITS, F. M. Measurements of sheet resistivities with the four-point probe. **Bell System Technical Journal**, New York, v. 37, p. 711-718, May 1958.
- VERIS TECHNOLOGIES. Disponível em: <<http://www.veristech.com>>. Acesso em: 10 nov. 2008.

Circular Técnica, 46

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Instrumentação Agropecuária
Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: 16 2107 2800 - **Fax:** 16 2107 2902
e-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
<http://www.cnpdia.embrapa.br>

1a. edição

1a. impressão 2008: tiragem 300

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso
Membros: Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,
Dr. João de Mendonça Naime,
Dr. Washington Luiz de Barros Melo
Valéria de Fátima Cardoso

Membro Suplente: Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

Expediente

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso
Tratamento das ilustrações: Valentim Monzane
Editoração eletrônica: Manoela Campos