

Armazenamento e recuperação de dados georreferenciados de condutividade elétrica do solo na Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa**

Eduardo Antonio Speranza^{1*}, Leonardo Ribeiro Queiros¹,
Ladislau Marcelino Rabello^{2*}, Célia Regina Grego^{3*}, Ziany Neiva Brandão^{4*}

¹ Analista de Sistemas, Embrapa Informática Agropecuária, Av. André Toselo, 209, Barão Geraldo, Campinas, SP, Brasil

² Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua XV de Novembro, 1452, São Carlos, SP, Brasil

³ Pesquisadora, Embrapa Monitoramento por Satélite, Av. Soldado Passarinho, 303, Fazenda Chapadão, Campinas, SP, Brasil

⁴ Analista, Sensoriamento Remoto, Embrapa Algodão, Rua Oswaldo Cruz, 1143, Centenário, Campina Grande, PB, Brasil

*e-mail: speranza@cnptia.embrapa.br; rabello@cnpdia.embrapa.br; crgrego@cnpm.embrapa.br; ziany@cnpa.embrapa.br

**Financiado pela Embrapa dentro do MP1 - Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa

Resumo: Este trabalho descreve a implantação de uma ferramenta para armazenamento em uma base de dados espacial de informações georreferenciadas de condutividade elétrica do solo obtidas em campo. A partir dos dados coletados, mapas são gerados para suporte à tomada de decisão em agricultura de precisão. Este trabalho utilizou coletas de dados realizadas em uma área de plantio de cana-de-açúcar em Mogi Mirim, SP, no âmbito do projeto da Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa (Rede AP).

Palavras-chave: condutividade elétrica do solo, base de dados geoespacial, georreferenciamento, agricultura de precisão.

Storage and recovery of georeferenced electrical soil conductivity data in Precision Farming Network of Embrapa

Abstract: This work describes the implementation of a tool for storing in a geospatial database information from georeferenced soil electrical conductivity obtained in the field. From the data collected, maps are generated to support decision making in precision farming. This study used data collection conducted in a planting area of sugar cane in Mogi-Mirim, SP, under the Embrapa's Precision Farming Network (AP Network).

Keywords: electrical soil conductivity, geospatial database, georeferencing, precision farming.

1. Introdução

A Agricultura de Precisão (AP) pode ser definida como uma estratégia ambientalmente amigável e holística, onde os produtores rurais podem utilizar diversas entradas e métodos de cultivo para encontrar variações de solo e avaliar as condições das culturas no campo (SRINIVASAN, 2006). Pierce e Novak (1999) definem AP como aplicações de tecnologias e princípios para gerenciar variabilidades espaciais e temporais associadas com todos os aspectos da produção agrícola. O fato de a AP estar sendo definida nos últimos anos como um sistema de gestão ou gerenciamento agrícola que prescinde de muita informação, o termo “tecnologia da informação” vem sendo amplamente utilizado nessa área, visto que a AP vem se tornando um agente gerador de bases de dados de alto valor gerencial (MOLIN, 2003).

A Embrapa vem trabalhando, desde 2009 em um projeto em rede, denominado “Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa - Rede AP”, no qual já iniciou a geração de conhecimentos, ferramentas e inovações tecnológicas na área, a partir de experimentos realizados em 15 Unidades piloto, espalhadas por vários estados do Brasil. Com o grande volume dados - georreferenciados ou não - gerados pela rede, e a necessidade de armazenamento e disponibilização dos mesmos para uso futuro, foi criado um repositório de dados para atender a essas necessidades (SPERANZA; QUEIROS, 2010). Um dos pré-requisitos desse repositório é que o mesmo realize a conversão de dados georreferenciados obtidos em campo para um formato de arquivo que possa ser utilizado por vários sistemas de informações geográficas, como , por exemplo, o shapefile.

Uma das primeiras demandas desse repositório surgiu dos primeiros dados gerados pela Rede AP, através do mapeamento da Condutividade Elétrica dos Solos, ou CE baseada em Sistemas de Posicionamento Global (GPS). A CE é uma ferramenta simples que tem sido amplamente utilizada em AP para estimar a textura do solo, além de outras propriedades (LUND et al., 1999). Para obtenção dessas medidas, vários sensores de campo são utilizados, tendo sido escolhido, especificamente para a Rede AP, o sensor VERIS

Soil EC 3100 (Veris Technologies, Inc, Salina, Kansas, USA) (LUND et al., 1999), que chega a gerar informações para cerca de 500 pontos por ha, o que enfatiza a importância de um adequado armazenamento desses dados. Por outro lado, para o armazenamento e posterior disponibilização e manipulação das informações georreferenciadas coletadas em campo, os Sistemas de Informação Geográficas (SIG) vem sendo bastante utilizados, em conjunto com Sistemas Gerenciadores de Base de Dados (SGBD) com extensões espaciais. Nos últimos anos, os SIGs têm se tornado mais populares com a sua expansão para aplicações disponíveis na internet, como os WebGIS baseados em técnicas de WebMapping (MITCHELL, 2005). Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi a construção de um conversor de dados de condutividade elétrica do solo para o formato *shapefile*, a ser utilizado pelo repositório da Rede AP para visualização e download de usuários.

2. Material e métodos

As áreas utilizadas para testes se localizam nas Fazendas Aparecida, entre as cidades de Santo Antônio de Posse e Mogi Mirim, São Paulo, com coordenadas UTM 2999650;7504750 e 300050;7505250, totalizando aproximadamente 17 ha utilizados para o plantio de cana-de-açúcar, e Pamplona, em Cristalina, GO, cujas coordenadas centrais são UTM 218774,25 m E; 8210286,12 m S, totalizando 53 ha, sendo estas áreas piloto do Projeto Rede AP. A coleta de dados de condutividade elétrica das áreas foi realizada com a utilização do equipamento VERIS EC 3100 (Veris Technologies, USA). O VERIS consiste de seis discos dispostos lado a lado em um eixo e que entram em contato com o solo a uma profundidade de 7 cm. Os dois discos extremos emitem uma corrente elétrica e nos quatro discos internos é medida a diferença de potencial (MACHADO et al., 2004). As medidas foram realizadas para duas profundidades - 0 a 30 cm (p1) e 0 a 90 cm (p2) - e as coordenadas geográficas foram obtidas por meio de GPS conectado ao equipamento. Os arquivos gerados pelo equipamento durante a coleta são em formato texto e seguem um padrão específico. Cada

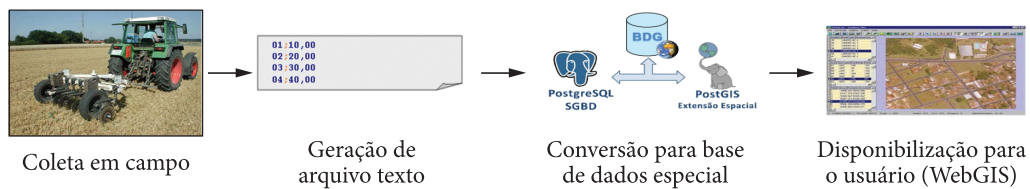


Figura 1. Coleta e disponibilização de dados de condutividade elétrica do solo.

linha do arquivo, contendo uma coleta realizada, disponibiliza a latitude, longitude e altitude do ponto coletado, além dos valores de p1 e p2, em mili Siemens por metro (mS/m).

Para construção do conversor dos dados do VERIS para o repositório da Rede AP, foram utilizadas as linguagens PHP e JavaScript. Esse conversor foi incluído como uma ferramenta do repositório de dados da Rede AP (SPERANZA; QUEIROS, 2010), baseado no servidor de mapas MapServer (Ambiente de software livre para construção de aplicativos espaciais na internet) e no software i3Geo (Aplicativo desenvolvido para o acesso e análise de dados geográficos.). O repositório da Rede AP possui funções WebGIS, e, portanto, permite a exibição dos dados coletados em forma de mapa. Os dados vetoriais do repositório da Rede AP são armazenados no SGBD PostgreSQL com extensão espacial PostGIS. Cada coleta de dados pode conter um ou mais arquivos, e por esse motivo, a interface da ferramenta permite o upload de vários arquivos ao mesmo tempo. Além disso, essa interface possibilita a informação de alguns metadados pelo usuário, como Título, Data e Créditos, constituindo uma pré-catalogação da informação. Quando o upload é realizado, a ferramenta cria um novo tema que conterá a configuração básica para a exibição dos dados em forma de mapa. Cada um dos pontos de coleta é convertido no formato “POINT” disponível no PostGIS, e armazenado em uma tabela juntamente com os dados de profundidade (p1 e p2) e de altitude. O tema criado possui algumas configurações básicas geradas automaticamente, como a classificação da p1 em cinco classes com intervalos iguais. Esse tema fica disponível na árvore de temas da unidade piloto após o upload, e os usuários do repositório poderão efetuar o download do mesmo em formato shapefile, se essa



Figura 2. Interface de upload de arquivos de condutividade elétrica do solo.

permissão foi concedida pelo autor no momento do upload. A Figura 1, abaixo, mostra a sequência de passos executados, desde a coleta de dados em campo até a exibição das informações em forma de mapa.

3. Resultados e discussão

A ferramenta para upload de arquivos está sendo avaliada e estão sendo verificadas necessidades de modificação, principalmente com relação à interface com o usuário. Testes foram realizados utilizando-se arquivos obtidos em trabalhos realizados em outras unidades piloto, e os resultados obtidos atendem a expectativa inicial da ferramenta, que é a transformação de arquivos texto obtidos em campo para um formato capaz de ser visualizado e manipulado pelo usuário em forma de mapa. A Figura 2 exhibe um exemplo da interface de upload de arquivos da ferramenta. Com relação à exibição dos dados, inicialmente os temas de condutividade elétrica do solo são criados com legenda padrão e classificação em cinco intervalos iguais referentes às medidas de p1 (0 a 30 cm). No entanto, o repositório da Rede AP



Figura 3. Visualização de dados de condutividade elétrica do solo no repositório da Rede AP.

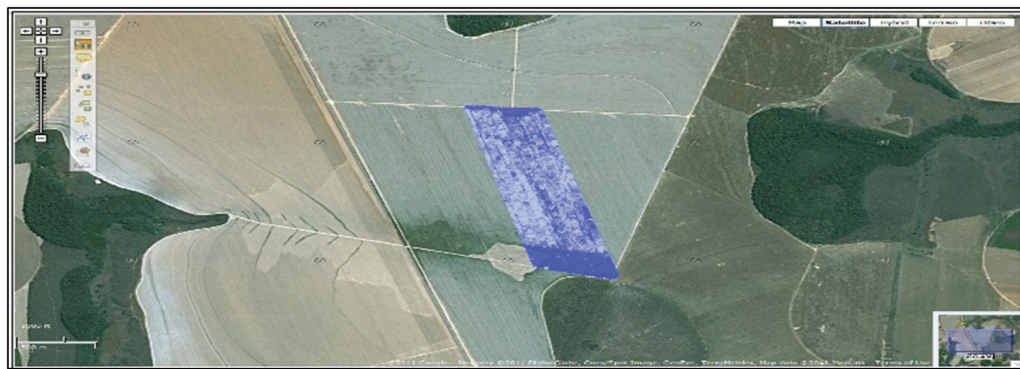


Figura 4. Condutividade elétrica do solo em Cristalina-GO.

permite ao usuário modificar essas configurações, variando os campos utilizados na classificação, bem como o método utilizado para a realização da mesma. A Figura 3 mostra um exemplo de visualização georreferenciada de dados coletados na unidade piloto de Mogi-Mirim, classificados por medidas de p2 em forma de quartis, com a visualização do *Google Maps* disponível no repositório da Rede AP.

As regiões mais claras representam uma condutividade elétrica do solo mais baixa, enquanto que as regiões mais escuras representam uma condutividade elétrica do solo mais alta, em profundidades de 0 a 90 cm. A Figura 4 ilustra os dados de condutividade elétrica do solo obtidos na Fazenda Pamplona, Goiás, onde foi realizado o plantio de Algodão. A classificação foi realizada por meio de quartis, referentes a profundidades entre 0 e 90 cm (p2), e as regiões mais escuras representam condutividade mais alta enquanto que as regiões mais claras representam condutividade mais baixa.

Por meio dessa figura, mais precisamente na região onde existe uma alta condutividade elétrica do solo, pode-se verificar uma correlação com a imagem, que pode indicar que essa região é normalmente mais úmida, ou que retém mais água.

4. Conclusões

A ferramenta construída nesse trabalho indica apenas o primeiro passo para a construção de um repositório completo de dados para a Rede AP. Outros conversores serão incluídos para dar suporte a novos sensores que serão utilizados nos experimentos do projeto.

Os metadados informados no momento do upload do arquivo (Título, Créditos, Data e Projeção), que constituem a pré-catalogação do recurso de informação inserido no repositório, serão úteis para a sua catalogação final. Está sendo desenvolvida uma interface especial no repositório, capaz de possibilitar aos usuários realizar essa catalogação, e possibilitar a sua visualização por meio da ferramenta Geonetwork (Aplicação livre e de código

aberto para catalogação de recursos espacialmente referenciados). Com isso, poderá ser estabelecida uma política na rede onde apenas os dados com catalogação completa serão disponibilizados.

Agradecimentos

À Fazenda Aparecida, localizada em Mogi-Mirim (SP), e à Fazenda Pamplona, pertencente ao Grupo SLC Agrícola, localizada em Cristalina (GO), pela parceria e contribuição na obtenção e divulgação dos dados obtidos em suas respectivas unidades piloto.

Referências

LUND, E. D.; COLIN, P. E.; CHRISTY, D.; DRUMOND, P. E. Applying soil conductivity technology to Precision Agriculture. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1999, Madison. **Proceedings...** Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1999. p. 1089-1100.

MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; VALENCIA, L. I. O.; MOLIN, J. P.; GIMENEZ, L.; SILVA, C. A.; ANDRADE, A. G.; MADARI, B.; MEIRELLES, M. S. P. Mapeamento da condutividade elétrica do solo e relação com os teores de argila de um Latossolo Vermelho sob plantio direto de grãos no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Unipress Disc Records Ltda., 2004. p. 1-10.

MITCHELL, T. **Web Mapping Illustrated**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2005.

MOLIN, J. P. Agricultura de Precisão: situação atual e perspectivas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Milho: estratégia de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. v.1, p. 89-98.

PIERCE, F. J.; NOWAK, P. **Aspects of Precision Agriculture**. San Diego: Advances in Agronomy, 1999. vol. 67, p. 1-85. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60513-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60513-1)

SPERANZA, E. A.; QUEIROS, L. R. Organização de Dados Georreferenciados: Estudo de Caso - Rede de Agricultura de Precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** SBEA, 2010.

SRINIVASAN, A. **Handbook of Precision Agriculture**. Philadelphia: Haworth Press, 2006. 683 p.