

USO DA TECNOLOGIA RTK PARA FINS DE MAPEAMENTO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

DAVID L. ROSALEN¹, GUILHERME D. MINARI², LUCIANA M. SARAN², LUCIA M. C. ALVES², WANDERLEY J. DE MELO²,.

¹Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, 14.884-900 Jaboticabal, SP. ²Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, 14.884-900 Jaboticabal, SP.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: O posicionamento GNSS é atualmente o principal método de posicionamento, devido a sua praticidade de uso e a qualidade alcançada. Dentre os diferentes métodos de posicionamento GNSS destaca-se o método RTK (*Real Time Kinematic*), que possibilita uma qualidade centimétrica, sem a necessidade do pós-processamento. Portanto, recomendado para a locação de pontos e para a navegação de alta qualidade posicional. Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a utilização desta tecnologia numa amostragem em grade para fins de mapeamento de atributos químicos do solo. A área de estudo (37 ha) situa-se no câmpus da UNESP Jaboticabal-SP e utilizando-se receptor Trimble R6 e coletor Trimble TSC3 foram locados 418 pontos amostrais (malha 30m x 30m), para posterior realização de análise de fertilidade. A grade amostral foi previamente dimensionada em escritório para posterior inserção desta no coletor. Destaca-se a inviabilidade do estaqueamento da área com trena, visto sua elevada dimensão e também a presença de vegetação, fato que tornaria o estaqueamento extremamente moroso. Os resultados obtidos mostraram a vantagem deste método em relação ao processo convencional de estaqueamento, pois todos os pontos, mesmo sob condições desfavoráveis, foram locados dentro do planejamento original, com ótimo rendimento e sem grandes dificuldades operacionais.

PALAVRAS-CHAVE: GNSS, agricultura de precisão, georreferenciamento.

RTK TECHNOLOGY USE FOR ATTRIBUTES MAPPING THE PURPOSE OF CHEMICAL SOIL

ABSTRACT: The GNSS positioning is currently the main method of positioning due to its practicality of use and the quality achieved. Among the different GNSS positioning methods highlights the method RTK (*Real Time Kinematic*) that enables centimeter quality without the need for post-processing. Therefore recommended to hire points and navigation high quality positional. Within this context, this study aimed to evaluate the use of this technology on a sampling grid for the purpose of mapping soil chemical properties. The study area (37 ha) is located in the campus of Jaboticabal UNESP and using Trimble R6 receiver and Trimble TSC3 collector were leased 418 sampling points (30m x 30m grid) for further realization of fertility analysis. The sampling grid was previously dimensioned in office for later insertion in the collector. We highlight the unfeasibility of the area staking with tape, as its high dimension and also the presence of vegetation, a fact that would make the extremely lengthy stakeout. The results show the advantage of this method compared to the conventional process of staking, for every point, even under unfavorable conditions, were leased in the original planning, with great performance and no major operational difficulties.

KEYWORDS: GNSS, precision agriculture, georeferencing.

INTRODUÇÃO: A caracterização da variabilidade espacial dos atributos do solo é indispensável para subsidiar as práticas agrícolas de maneira sustentável (ROSALEN et al., 2011). Para essa caracterização, faz-se necessário o mapeamento dessa variabilidade, normalmente realizado através de grades ou malhas amostrais de diferentes espaçamentos, sendo que o resultado do mapeamento desses atributos é dependente da densidade da malha amostral (CORÁ; BERALDO, 2006). Dessa forma, para a adequada representação da variabilidade espacial dos atributos do solo, sejam eles físicos ou químicos, torna-se necessário a locação da malha amostral em campo. Essa locação pode ser realizada através de métodos convencionais ou por posicionamento via satélites (*Global Navigation Satellite System* - GNSS). O posicionamento convencional faz uso de equipamentos óticos, como teodolitos analógicos ou digitais e estações totais (que permitem a medição de ângulos e distâncias eletronicamente). O posicionamento via instrumental ótico exige a instalação do instrumento de medição (estação total ou teodolito) num ponto materializado e de coordenadas conhecidas, uma orientação também conhecida e a colimação no ponto a ser locado, medindo-se o respectivo ângulo e distância horizontais. Esse método de locação é denominado de Coordenadas Polares e os ângulos e distâncias horizontais devem ser calculados previamente gerando uma tabela de locação que pode ser eletrônica no caso da utilização de estações totais. Destaca-se que quando se faz uso de teodolitos, as distâncias devem ser medidas através de uma trena, que torna o método mais lento e restrito a áreas menores. Também, a locação por coordenadas polares depende da intervisibilidade entre a estação e o ponto a ser locado. Alternativamente, quando não há a disponibilidade de instrumental ótico, pode-se realizar a locação utilizando-se somente de uma trena e da determinação de ângulos retos em campo; porém, esse método é restrito a áreas de pequenas dimensões, além de gerar maior erro. No caso da locação ser realizada através do posicionamento GNSS, há diferentes métodos para a locação com magnitudes de erros diversas. O método de pior qualidade posicional é o Posicionamento por Ponto Simples (PPS) que proporciona qualidade na ordem de metros (ROSALEN et al. 2010; ROSALEN et al., 2011). Outro método é o Posicionamento Diferencial (DGPS) em tempo real que proporciona qualidade submétrica (ROSALEN et al. 2014) e o método de melhor qualidade é o Posicionamento Relativo, que fornece qualidade na ordem de centímetros (MONICO, 2008). Destaca-se que para locação faz-se necessário que a correção do posicionamento relativo ocorra em tempo real, fato que exige um *link* de comunicação entre a estação base e a estação móvel, que normalmente é feito via rádio. Esse posicionamento é denominado de Cinemático em Tempo Real (*Real Time Kinematic* - RTK). O posicionamento RTK por fornecer qualidade de centímetros e é utilizado na locação de obras e na navegação de elevada acurácia (TANAJURA; KRUEGER, 2011). No posicionamento GNSS há a necessidade da geração da tabela de locação na forma de coordenadas georreferenciadas que deve ser inserida na controladora/receptor utilizado no campo e, ao contrário do posicionamento convencional, não há necessidade de intervisibilidade entre a estação base e a estação móvel (situada no ponto a ser locado); porém, a vegetação deve ter um porte que não gere obstrução a recepção do sinal GNSS pela antena receptora. Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a utilização do posicionamento RTK na locação de uma malha amostral para fins de mapeamento de atributos químicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Ensino (FEPE) da UNESP/Jaboticabal-SP, próxima à latitude de 21°14'47"S e longitude de 48°17'00"W, com altitude em torno de 560 m e declividade média de 6%. A área experimental foi composta por cerca de 37 ha. O levantamento do perímetro da área foi realizado utilizando-se receptor GNSS marca Trimble, modelo R6, de precisão horizontal igual a $\pm (8 \text{ mm} + 1 \text{ mm km}^{-1})$ e vertical de $\pm (15 \text{ mm} + 1 \text{ mm km}^{-1})$ para o método de posicionamento relativo semi-cinemático, que foi utilizado. As observáveis GNSS foram pós-processadas no *software* Trimble Business Center. Destaca-se que foi utilizada como base a estação geodésica homologada SAT-93901, situada a cerca de 1 km da área de estudo. Ressalta-se que boa parte da área de estudo estava ocupada, na data do levantamento, pela cultura do milho, dentre outras. Após o levantamento do perímetro, foi confeccionada uma planta planimétrica georreferenciada (Datum horizontal SIRGAS2000) utilizando-se do *software* TopoEVN. Nessa planta foi gerada uma malha amostral de 30 m x 30 m, obtendo-se 418 pontos amostrais. As coordenadas georreferenciadas desses pontos foram exportadas para a controladora Trimble TSC3 para dar prosseguimento a locação destes. A locação dos pontos amostrais foi realizada utilizando-se do método de posicionamento RTK através do receptor GNSS Trimble R6 em conjunto com a

controladora TSC3, usando como base a estação SAT-93901 com link de rádio interno integrado (frequência de 450 MHz) às antenas receptoras do sinal GNSS (Figura 1).

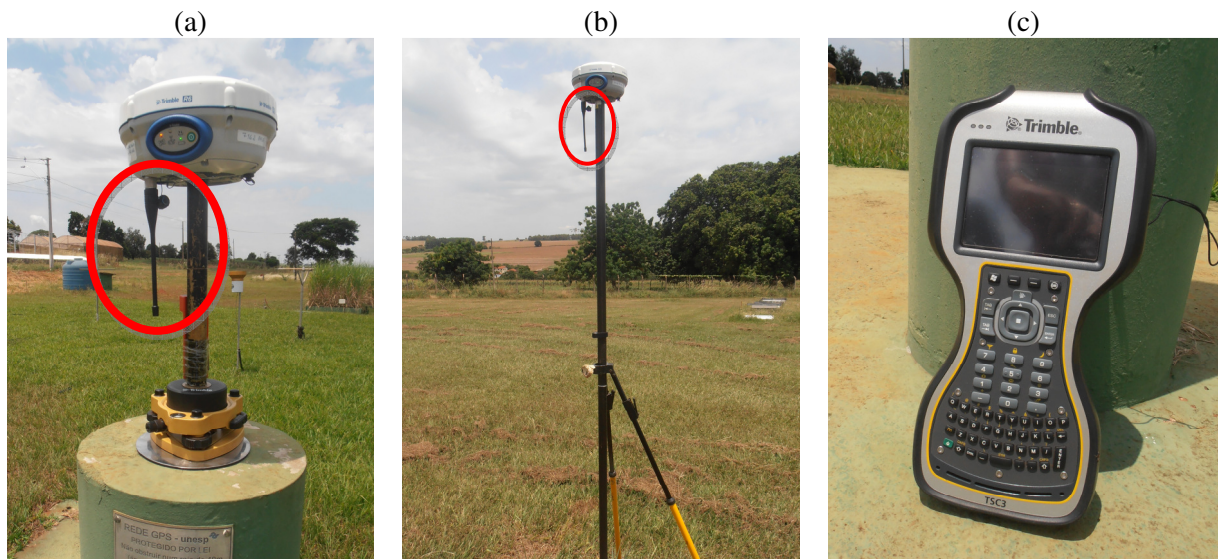


FIGURA 1. Conjunto GNSS Trimble R6, estação base (a), estação móvel (b) e controladora TSC3 (c). Em destaque vermelho a antena de rádio interno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 exibe a malha amostral com os 418 pontos amostrais localizados na área de estudo e, aproximadamente, a área parcialmente vegetada.



FIGURA 3. Malha amostral contendo os 418 pontos localizados na área de estudo. Em destaque, na cor verde, a área parcialmente vegetada.

Através da Figura 3 pode-se observar que boa parte da área de estudo encontrava-se parcialmente vegetada, fato que iria dificultar ou até mesmo impedir a locação dos pontos amostrais através de

métodos convencionais. O método utilizado além de ter permitido a locação, realizou esta com qualidade na casa de centímetros, similar a um processo de locação com equipamento convencional ótico eletrônico como a estação total e provavelmente superior a uma locação realizada com equipamento convencional utilizando-se de teodolito e trena. Também, destaca-se a praticidade do método, visto que a locação realizada com o receptor GNSS utiliza somente um operador, enquanto que para o método convencional, utilizando-se uma estação total, há a necessidade do uso de no mínimo dois operadores em campo, um no equipamento e outro no alvo refletor. No caso da utilização de teodolito e trena, seriam necessários mais operadores em campo, visto a necessidade do alinhamento da trena. Nesse último caso, as dimensões da área (37 ha) tornariam o método extremamente moroso. Outro ponto a ser destacado é o treinamento necessário para a operação do sistema, no caso do receptor GNSS RTK, sua operação é mais simples do que a utilização de instrumental convencional ótico, pois nestes o operador deve ter habilidade na instalação do instrumento no campo e respectiva colimação, enquanto que no caso do receptor GNSS o operador restringi-se somente a verticalização do bastão sem a utilização de bipés (Figura 1b).

CONCLUSÕES: Os resultados obtidos mostraram a vantagem deste método em relação ao processo convencional de locação, pois todos os pontos, mesmo sob condições desfavoráveis, foram locados dentro do planejamento original, com ótimo rendimento e sem grandes dificuldades operacionais.

REFERÊNCIAS

- CORÁ, J. E.; BERVALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.374-387, 2006.
- ROSALEN, D. L.; CONTIEIRO, R.; ALVARENGA, B. R. TELES, C. A. P. Acurácia na determinação da posição pelos métodos de posicionamento por pontos simples e por posicionamento diferencial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2014, São Pedro. **Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão 2014**. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2014.
- ROSALEN, D. L.; RODRIGUES, M. S.; CHIODEROLI, C. A.; BRANDÃO, F. J.; SIQUEIRA, D. S. GPS receivers for georeferencing of spatial variability of soil attributes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 6. p. 1162-1169, nov./dez. 2011. ISSN: 1809-4430.
- ROSALEN, D. L., MORATA, G.T.; CARVALHO NETO, V. J. Comparação da precisão e acurácia de dois receptores GPS de navegação para fins de agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 40., 2011, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fapemat, 2011. 1 CD-ROM.
- ROSALEN, D. L.; TAKAHASHI, K. M.; GONÇALVES, K. C. Avaliação da precisão, tendência e acurácia de receptores GPS de navegação para fins de agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010.
- MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 2.ed. Ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 475p.
- TANAJURA, E. L. X., KRUEGER, C. P. Análise da acurácia dos métodos cinemáticos de posicionamento GPS em aplicações costeiras. **Bol. Ciênc. Geodésia**, Curitiba, v. 17, n. 1, p.23-36, jan./mar. 2011.