

## 1.3 - Pedometria

### NOTA

# VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE RECEPTORES GPS DE NAVEGAÇÃO PARA FINS DE AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA DE SOLO<sup>(1)</sup>

Maurício Sonda Tonello<sup>(2)</sup> & Edson Campanhola Bortoluzzi<sup>(3)</sup>

### RESUMO

Os receptores de navegação do sistema de posicionamento global (GPS), comumente utilizados pelo setor agrícola, em geral, apresentam precisão posicional  $\leq 10,0$  m. Em uma amostragem sistemática de solos, as subamostras deverão ser coletadas num raio não superior a 3 m do ponto central georreferenciado. A presente nota técnica visou confrontar a precisão e exatidão desse tipo de equipamento com a necessidade exigida em amostragem sistematizada de solo. Uma área com aproximadamente 17 ha, no campus I da Universidade de Passo Fundo, foi levantada com três receptores GPS de navegação e Estação Total-ET (controle). Pontos centrais de quadriculas de 2 ha, gerados pelo programa Campeiro®, foram locados no campo com os mesmos equipamentos. Sobre esses pontos, materializados no campo, foram novamente tomadas as suas coordenadas, com auxílio da estação total. Assim, as coordenadas X e Y foram submetidas à ANOVA, confrontando-se as médias obtidas pela ET com as dos receptores de GPS pela diferença honesta significativa do teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). Quanto à exatidão, calcularam-se, por Pitágoras, as distâncias lineares entre os pontos gerados pelos GPS e pela ET, assumindo-se não exatas quando ultrapassaram os 3 m de raio preconizado pelo Manual de Aducação e Calagem do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina para coleta de solo. A exatidão das coordenadas dos receptores GPS variou de -10 m a +3 m para X e de -4 m a +7 m para Y. Apenas um ponto central dos oito locados com os receptores de GPS de navegação no centro das quadriculas apresentou exatidão compatível com a exigida pela prática. Isso indica que esse tipo de equipamento, com baixa precisão e exatidão, não deve ser utilizado para amostragem sistematizada de solos.

**Termos de indexação:** GPS, agricultura de precisão, amostragem de solo.

---

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em novembro de 2009 e aprovado em dezembro de 2010.

<sup>(2)</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF. Universidade de Passo Fundo – UPF. Caixa Postal 611. BR 285, km 171, Bairro São José, CEP 99001-970 Passo Fundo (RS). E-mail: mauricio\_tonello@hotmail.com

<sup>(3)</sup> Professor Adjunto III do Curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UPF. E-mail: edsonb@upf.br

## SUMMARY: TECHNICAL VIABILITY OF GPS NAVIGATION RECEIVERS FOR SYSTEMATIC SOIL SAMPLING

*Navigation recipients of the global positioning system (GPS), widely used in the agricultural sector, in general, have a positional accuracy of  $\leq 10.0$  m. In systematic soil sampling, sub-samples should be collected within a radius of not more than three meters from the central georeferenced point. In this technical note, precision and accuracy of this equipment were contrasted with the requirements of systematic soil sampling. An area of approximately 17 ha, on Campus I of the University of Passo Fundo, was surveyed with three GPS navigation receivers and a total station-TS (control). Central square plots of 2 ha, generated by the program Campeiro®, were located in the field with the same equipment. At these points, marked in the field, the coordinates were surveyed again using the total station. The X and Y coordinates were subjected to ANOVA, comparing the means evaluated by TS with GPS receivers for Tukey's honest significant difference ( $p < 0.01$ ). For accuracy, the linear distances between points generated by the GPS and the TS were calculated by Pythagoras, assuming inaccuracy when the three-meter radius recommended by the Manual of Fertilization and Liming of Rio Grande do Sul and Santa Catarina for soil sampling was exceeded. The accuracy of coordinates determined by GPS receivers ranged from -10 to +3 m for X and from -4 m to +7 m for Y. Only one central point of the eight determined by GPS receivers in the center of the squares met the standard of accuracy required in practice. This indicates that the low precision and accuracy of the equipment rule out the use for systematic soil sampling.*

*Index terms: GPS, precision agriculture, soil sampling.*

## INTRODUÇÃO

A amostragem tradicional de solos para fins de avaliação da fertilidade e recomendações de adubação e calagem nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina prevê a coleta de 10 a 20 subamostras de solos para compor uma amostra representativa de uma área não maior que 20 ha (CQFSRS/SC, 2004). No entanto, caso haja variabilidade no tipo de solo, propriedades físicas e químicas, relevo ou mesmo nos tratamentos culturais, glebas homogêneas deverão ser identificadas e amostradas. Apesar de o sistema tradicional de coleta de solo prever amostragem dentro de glebas homogêneas, em um levantamento da fertilidade do solo realizado no Rio Grande do Sul por Rheinheimer & Kaminski (2000) observou-se que muitas áreas de lavouras apresentam discrepâncias quanto aos níveis de disponibilidade de nutrientes. É provável que, nessas áreas, tenha havido falhas no diagnóstico da fertilidade do solo, principalmente no que tange à amostragem de solo e ao uso de formulações tradicionais de adubos.

A amostragem sistemática de solo é uma alternativa que visa identificar a variabilidade espacial das propriedades do solo dentro de um sistema de Agricultura de Precisão. Isso porque a agricultura de precisão aplica os princípios da geoestatística para caracterizar a variabilidade espacial dos atributos que fazem parte dos fatores de produção agrícola (Coelho, 2003). Para a execução da prática, a Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e

Santa Catarina (CQFSRS/SC, 2004) recomenda a coleta de cinco a oito subamostras de solo num raio de 3 m a partir de um ponto georreferenciado que se localiza no centro ou na interseção de uma quadrícula (gleba). Após o levantamento topográfico da área, sobrepõe-se uma grade com quadriculas de tamanho predefinido, que varia de 1 a 5 ha, localizam-se no campo os pontos georreferenciados, para que seja possível a coleta das amostras de solo. Contudo, o Manual de Adubação e Calagem do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina não informa o método e os equipamentos com as respectivas especificações que podem ser utilizados na demarcação dos pontos centrais georreferenciados, o que leva ao uso, muitas vezes indiscriminado, de qualquer tipo de equipamento.

Sabe-se que a precisão e a exatidão do posicionamento com receptores de GPS (Global Positioning System) devem estar em consonância com a finalidade do levantamento (Vettorazzi et al., 1994). O tipo de equipamento e as condições de operação e de configuração dos receptores alteram a eficácia do levantamento (Baio et al., 1998; Rocha, 2002). Contudo, nesse contexto, o uso de receptores GPS de navegação difundiu-se junto aos técnicos do setor agrícola, sobretudo com a finalidade de levantamentos expeditos de áreas e localização de pontos georreferenciados para agricultura de precisão. Esses equipamentos apresentam menor custo de aquisição entre os receptores de GPS, por receberem apenas o sinal C/A (Coarse Acquisition Code), porém apresentam baixa precisão e exatidão (Luz et al., 1996).

Nesse sentido, o objetivo da presente nota técnica foi subsidiar o usuário da área agrícola quanto à compatibilidade do uso de receptores de GPS de navegação para a prática de amostragem sistemática de solo em agricultura de precisão, que compreende o levantamento perimétrico da área e a locação dos pontos centrais de quadrículas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Uma área de aproximadamente 17 ha da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, localizada no Centro de Pesquisas Agropecuárias (CEPAGRO) entre as coordenadas Universo Transverso de Mercator (UTM) zona 22 sul 363.847 m E 6.877.117 m N foi levantada. Para isso, utilizou-se uma Estação Total modelo Leica® TCR 407 Power com 7" de precisão angular e 3 mm km<sup>-1</sup> de precisão linear como testemunha e três receptores GPS de navegação, aqui denominados GPS 48, 49 e 50. Os receptores GPS são de mão do tipo de navegação, com 12 canais, operando sem pós-processamento dos dados, recebendo C/A em Datum WGS84 e coordenadas UTM.

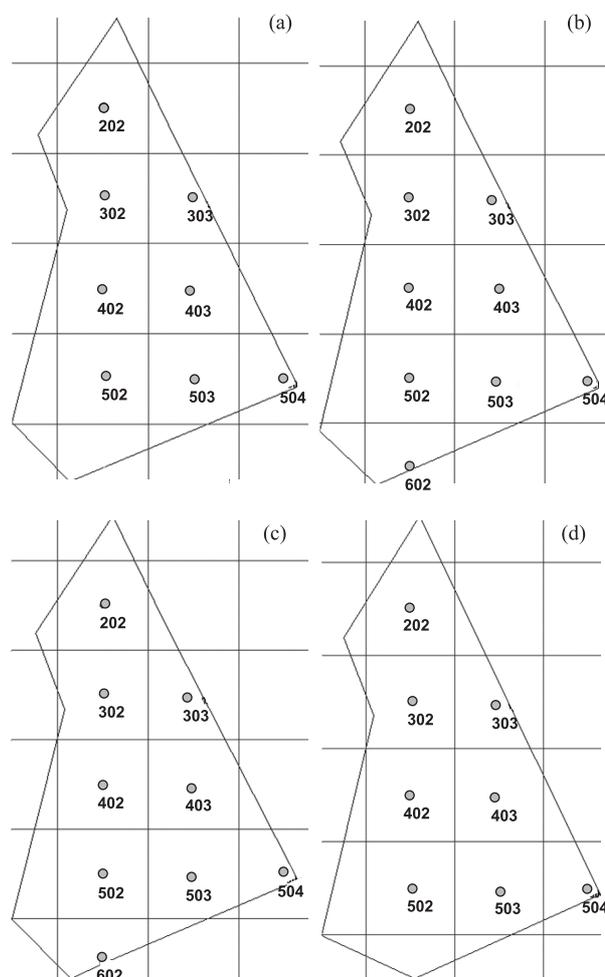
A área levantada possui relevo pouco ondulado, com 700 m de altitude, e não apresenta obstáculos na paisagem, como árvores e bacias hidráulicas, que possam interferir na recepção do sinal de satélite. O levantamento foi realizado em 18 de julho de 2007 sob boas condições de tempo. Os levantamentos foram realizados com controle da Diluição da Precisão da Posição, indicado pelo equipamento GPS de navegação como sendo EPE com valor inferior a cinco.

Os procedimentos para o trabalho simularam o levantamento, a produção e a locação dos pontos centrais para a coleta de solos em amostragem sistemática e consistiram nas seguintes etapas:

1) Levantamento, confecção dos mapas e locação dos pontos de centro de quadrículas: (a) Demarcação com piquetes de um polígono com oito vértices pontos, com área de aproximadamente 17 ha; (b) Levantamento da área do polígono, sobre os pontos materializados com piquetes, com auxílio dos receptores GPS de navegação e com a ET pelo método de irradiação. A estação foi instalada no ponto cujas coordenadas UTM são zona 22 sul 363.847 m E e 6.877.117 m N; (c) De posse das coordenadas do polígono, os mapas das áreas foram gerados (Figura 1); (d) Sobre esses mapas foram sobrepostas quadrículas de 2 ha cada, com indicação do ponto central de cada quadrícula e respectivas coordenadas. Esse procedimento foi realizado com auxílio do software CR-Campeiro® versão 5.0 (Giotto & Seben, 2001). Cada coordenada indicada pelo programa sugere o ponto central de quadrícula, onde a amostra composta de solo será obtida; (e) Com as coordenadas dos pontos centrais, foi possível inseri-las nos respectivos equipamentos de origem (receptores de GPS e ET) e

locá-las no campo. A locação utilizando os receptores de GPS foi feita com auxílio de uma sub-rotina de locação e marcação, que auxilia, com a indicação de distância e rumo, o operador na posição correta no terreno do ponto central onde será feita a coleta sistematizada de solo.

2) Levantamento com ET dos pontos locados com os receptores de GPS, para verificação da precisão e exatidão do posicionamento dos pontos de centro de quadrículas: (a) Sobre os pontos encontrados com os três equipamentos de GPS (48, 49 e 50) foram coletadas coordenadas com a ET; (b) As coordenadas levantadas com a ET foram coletadas com três repetições de maneira sucessiva, isto é, a primeira repetição consistiu da locação do ponto central com o receptor GPS 48, GPS 49 e GPS 50 e da leitura com auxílio da ET. As outras repetições seguiram a mesma ordem, de maneira sucessiva.



**Figura 1. Polígonos, quadrículas de 2 ha e respectivos pontos centrais criados no CR-Campeiro® oriundos de levantamentos planimétricos com auxílio de Estação Total (a) e GPS de navegação (b) GPS 48, (c) GPS 49 e (d) GPS 50.**

Assim, obteve-se uma série de coordenadas X e Y oriundas dos quatro equipamentos e para cada ponto central. Esses dados foram submetidos à análise de variância em esquema inteiramente casualizado, ou seja, cada ponto de coleta gerou um quadro da análise de variância. Para isso, utilizou-se o pacote estatístico SPSS®. As médias foram submetidas ao teste de Tukey a  $p < 0,01$ . Discutiu-se a precisão dos equipamentos tomando por base o desvio-padrão dos dados em relação à média das coordenadas X e Y, ao passo que para a exatidão dos receptores de GPS compararam-se as suas coordenadas X e Y, em relação àquelas da Estação Total.

Calcularam-se as distâncias lineares, por Pitágoras, a partir das coordenadas X e Y dos pontos marcados com os receptores de GPS e daqueles considerados padrão, levantados pela ET. Assim, a exatidão dos pontos de GPS também foi discutida considerando o raio de 3 m entre o ponto central da quadrícula feito pela ET e os pontos marcados com uso de GPS. O raio de 3 m a partir do centro da quadrícula delimita a zona de coleta das subamostras em uma amostragem sistemática de solo, como preconizada pela Comissão de Química e Fertilidade

do Solo do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina CQFSRS/SC (2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 estão apresentadas as coordenadas X e Y dos pontos e a área dos polígonos levantados com receptores de GPS de navegação e ET. Os valores que representam a diluição da precisão de posição (PDOP), indicativa da qualidade da constelação de satélites do sistema GPS, e que no receptor GPS de navegação é visualizada como EPE, também estão apresentados nesse quadro. Esses valores variaram de 3 a 6, o que indica similaridade nas condições de coleta dos pontos quanto à geometria dos satélites, lembrando que, quanto maior o valor, menor é a precisão posicional do ponto.

No mesmo quadro estão apresentadas as áreas dos polígonos levantadas com ET e os GPS, as quais variaram de 17,03 a 17,14 ha. Em termos percentuais, verifica-se que a área do receptor GPS 48 foi 0,066 % menor que a área levantada com a ET, enquanto os receptores GPS 49 e 50 apresentaram áreas maiores

**Quadro 1. Área e coordenadas UTM para X e Y dos pontos de perímetro do polígono levantados pelos receptores GPS, com os respectivos PDOP-EPE, e pela Estação Total**

Aparelho	Coordenadas X	Coordenadas Y	PDOP-EPE	Área
	m			ha
GPS 48	364.199	6.877.270	4	17,03
	363.994	6.877.677	5	
	363.913	6.877.849	4	
	363.791	6.877.658	4	
	363.839	6.877.542	4	
	363.758	6.877.201	5	
	363.848	6.877.115	4	
	363.899	6.877.138	4	
GPS 49	364.201	6.877.271	3	17,14
	363.993	6.877.678	3	
	363.912	6.877.847	4	
	363.792	6.877.661	5	
	363.837	6.877.541	5	
	363.755	6.877.209	4	
	363.847	6.877.115	4	
	363.901	6.877.139	4	
GPS 50	364.199	6.877.270	3	17,08
	363.992	6.877.682	3	
	363.911	6.877.845	4	
	363.791	6.877.659	5	
	363.838	6.877.542	4	
	363.755	6.877.207	4	
	363.848	6.877.113	6	
	363.903	6.877.141	4	
ET	364.201,91	6.877.265,69	-	17,04
	364.000,49	6.877.675,89	-	
	363.920,06	6.877.843,83	-	
	363.798,07	6.877.660,74	-	
	363.843,22	6.877.542,32	-	
	363.757,28	6.877.209,75	-	
	363.847,00	6.877.117,00	-	
	363.900,50	6.877.138,79	-	

em 0,56 e 0,21 % que as da ET. Apesar da magnitude de as diferenças poderem ser agronomicamente consideradas pouco expressivas, Giotto & Seben (2001) argumentam que as aplicações do sistema de GPS para topografia e agrimensura – como levantamentos de áreas para fins de cadastro, operações de compra e venda de imóveis – necessitam de precisões maiores que as oferecidas pelo GPS de navegação. Ao se buscar maior precisão, com erros na ordem de centímetros, devem-se utilizar outros tipos de receptores de custo mais elevado, com possibilidade de pós-processamento dos dados ou com correção do sinal em tempo real (Menegazzo et al., 2007).

Os polígonos foram submetidos ao programa Campeiro® para receberem as quadriculas de 2 ha cada. Verifica-se que nas áreas levantadas pelos receptores GPS 48 e 49, após a sobreposição das quadriculas, nove pontos foram marcados como centro de quadricula, ou seja, um ponto a mais de amostragem de solo que o previsto para o polígono da ET e do GPS 50. A área levantada pelo receptor GPS 48, mesmo sendo menor que a levantada com a ET apresentou um ponto a mais de coleta. Vale ressaltar que a criação da grade com a definição das quadriculas é sobreposta ao polígono levantado de forma arbitrária; por consequência, existe a criação de pontos centrais de quadricula na periferia da área levantada (Figura 1). Na amostragem de solo tradicional, pontos como os da ET (303 e 504), do GPS 48 (303, 504 e 602), do GPS 49 (303, 504 e 602) e do GPS 50 (303 e 504) não têm valor prático e seriam descartados da coleta sem prejuízo para a representatividade dos solos da área.

No quadro 2 são apresentadas as coordenadas centrais indicadas pelo software Campeiro® com base no levantamento das áreas de cada equipamento – coordenadas essas que indicam o local onde se devem coletar as amostras de solo. Para análise desses dados subtraíram-se os pontos excedentes, por não se encontrarem na área levantada pela ET.

Após a locação no campo dos pontos centrais de quadricula e o devido levantamento com o equipamento-padrão, foi possível estimar a precisão e exatidão dos pontos levantados. Assim, a precisão foi avaliada por meio dos desvios-padrão entre as coordenadas X e Y levantadas pelos GPS, em relação à sua média e sob cada ponto de coleta (Figura 2). Vale ressaltar que a coleta das repetições foi feita de forma sequencial, a fim de sofrer a mínima interferência das variações de condições de coleta, como a qualidade da constelação dos satélites. Nesse sentido, o desvio-padrão apresentou valores relativamente baixos, em comparação com o encontrado na literatura no que diz respeito à precisão (Luz et al., 1996). Esses autores avaliaram a qualidade do posicionamento com receptores GPS de navegação e obtiveram desvios-padrão com variação de 12,5 a 28,8 m para o eixo X (sentido leste-oeste) e de 5,2 a 49,5 m para o eixo Y (sentido norte-sul), demonstrando menores precisões que as encontradas neste trabalho.

As distâncias em metros dos pontos gerados pelo receptor GPS para as coordenadas X e Y em relação às geradas pela ET, considerada padrão, representam a exatidão para X e Y dos receptores GPS. Pode-se observar na figura 2 que as variações são da ordem de -10 m a +3 m para X e de -4 m a +7 m para Y. Essas distâncias lineares localizaram-se nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, porém com tendência de estarem em frequência no terceiro quadrante, ou seja, no quadrante Sudoeste.

A distância linear de 3 m de raio limita a área a serem coletadas as subamostras de solo a partir do

**Quadro 2. Coordenadas centrais em sistema UTM (m) das quadriculas de dois hectares geradas pelo programa CR-Campeiro®, oriundas dos levantamentos com receptores GPS e Estação Total**

Código dos pontos centrais	X (m)	Y (m)
Pontos centrais para GPS 48		
202	363.899,83	6.877.707,29
302	363.899,83	6.877.565,87
303	364.041,25	6.877.565,87
402	363.899,83	6.877.424,45
403	364.041,25	6.877.424,45
502	363.899,83	6.877.283,03
503	364.041,25	6.877.283,03
504	364.188,67	6.877.283,03
602	363.899,83	6.877.141,61
Pontos centrais para GPS 49		
202	363.896,56	6.877.704,90
302	363.896,56	6.877.563,48
303	364.037,98	6.877.563,48
402	363.896,56	6.877.422,06
403	364.037,98	6.877.422,06
502	363.896,56	6.877.280,64
503	364.037,98	6.877.280,64
504	364.179,40	6.877.280,64
602	363.896,56	6.877.139,22
Pontos centrais para GPS 50		
202	363.896,59	6.877.703,10
302	363.896,59	6.877.561,68
303	364.038,01	6.877.561,68
402	363.896,59	6.877.420,26
403	364.038,01	6.877.420,26
502	363.896,59	6.877.278,84
503	364.038,01	6.877.278,84
504	364.179,43	6.877.278,84
602	-	-
Pontos centrais para Estação Total		
202	363.898,70	6.877.702,41
302	363.898,70	6.877.560,99
303	364.040,12	6.877.560,99
402	363.898,70	6.877.419,57
403	364.040,12	6.877.419,57
502	363.898,70	6.877.278,15
503	364.040,12	6.877.278,15
504	364.181,54	6.877.278,15
602	363.898,70	6.877.702,41

- ponto não gerado pelo programa CR-Campeiro®.

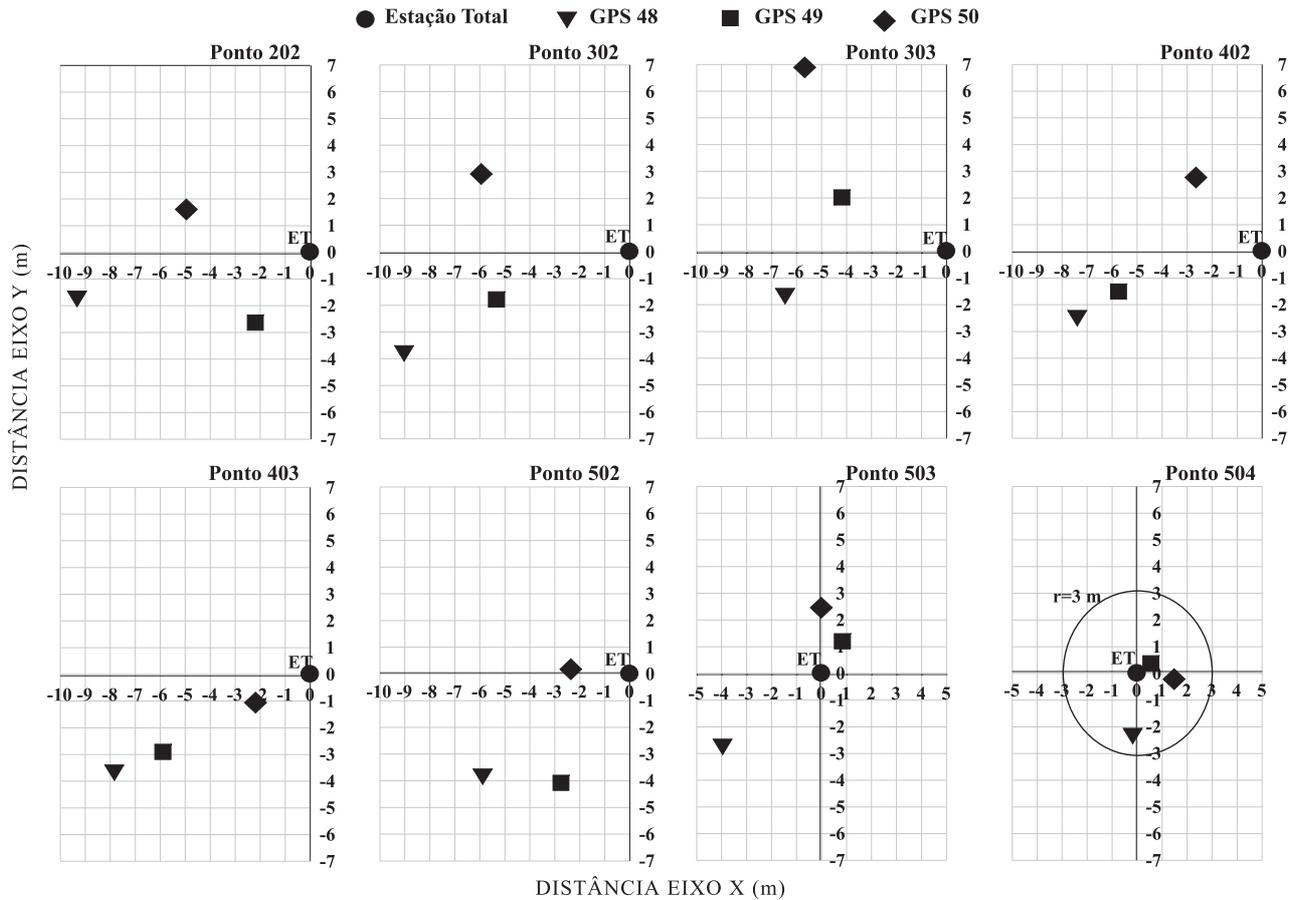


Figura 2. Sistema de coordenadas X e Y, em metros, dos pontos centrais de quadrícula, indicando os pontos obtidos pelos receptores GPS em relação à Estação Total na origem (0;0); no ponto 504 está indicado um círculo de raio 3 m ( $r = 3$  m), representando a área de coleta de subamostras de solos.

ponto central da quadrícula, como indicado na figura 2 (CQFSRS/SC, 2004). Utilizando as coordenadas X e Y (Figura 2) aplicadas ao teorema de Pitágoras, calculam-se as distâncias lineares (raio) do ponto da ET àquelas dos GPS. Tendo em vista a distância máxima de 3 m, apenas um dos oito pontos centrais de quadrícula obteve distância satisfatória quando locado com receptores de GPS de navegação. Essas distâncias estão sumarizadas no quadro 3.

Quadro 3. Demonstrativo das distâncias lineares entre o ponto gerado pela Estação Total (padrão) e aqueles gerados pelos receptores GPS de navegação

Receptores	Pontos centrais de quadrícula							
	202	302	303	402	403	502	503	504
Distâncias lineares (m)								
GPS-48	9,48	9,76	6,65	7,78	8,62	6,98	4,77	2,26
GPS-49	3,43	5,62	4,65	5,94	6,25	4,92	1,46	0,67
GPS-50	5,21	6,62	8,92	3,83	2,43	2,36	2,46	1,50

Distância linear calculada por meio do teorema de Pitágoras entre o ponto da ET e os obtidos pelos GPS de navegação.

Ao considerar a distância de 3 m, considerada pela CQFSRS/SC (2004) a mínima diferença preconizada, e a exatidão do posicionamento dos receptores, percebe-se que todos os pontos locados com GPS são diferentes daqueles da ET, com exceção dos pontos 403, 502, 503 e 504 para o GPS 50, do ponto 503 e 504 para o GPS 49 e apenas do 504 para o GPS 48. Isso indica a inconsistência no uso de equipamentos GPS de navegação para o posicionamento de pontos amostrais de solos com a norma de coleta de subamostras num raio de 3 m do ponto central georreferenciado. Por outro lado, não foi possível estabelecer que um dado equipamento (GPS 48, 49 e 50) ou num certo ponto locado tenha maior exatidão que outro, visto que os receptores parecem apresentar um viés de erro intrínseco.

De acordo com Balastreire (2002), o alto custo de aquisição de equipamentos geodésicos e topográficos constitui-se no empecilho principal do avanço da agricultura de precisão no Brasil. Para que se possa usar um GPS para fins de agricultura de precisão, é necessário que ele tenha precisão e exatidão compatíveis com as exigências da prática. Exatidões maiores que aquela na ordem do metro podem ser suficientes para inúmeras aplicações agrícolas, com exceção daquelas com finalidade de registro de imóveis

e para fins de georreferenciamento. Câmara & Silva (2005) verificaram que sem o pós-processamento, típico de GPS de navegação, não foi possível levantamentos de perímetros nem para a execução dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais. Além disso, Stabile et al. (2006) ao compararem três receptores GPS para uso em agricultura de precisão, verificaram que o GPS de navegação apresenta problemas quanto à precisão nas etapas de aplicação localizada de agrotóxicos, monitoramento de colheitas e aplicação de insumos.

O uso de equipamentos GPS para fins de levantamento ou locação de glebas de solos ou quaisquer pontos no interior de lavouras sem referências visuais é viável desde que seja compatível em precisão e exatidão com a magnitude da variabilidade que se quer observar. Nesse sentido, quando a amostragem clássica de solos for explorada de maneira correta, como preconizado pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, têm-se condições de uma amostragem acurada de solos com a devida coerência do diagnóstico de fertilidade proposto. No entanto, após uma análise dos resultados do presente trabalho e à luz da literatura, verifica-se que a exatidão e a precisão dos pontos gerados por receptores GPS de navegação não foram compatíveis com a norma para a amostragem sistemática de solo recomendada pela mesma comissão CQFSRS/SC (2004). Assim, o uso desse tipo de equipamento para fins de agricultura de precisão pode gerar problemas de representatividade de processos subsequentes em um programa de agricultura de precisão, o que também está de acordo com Stabile et al. (2006).

## CONCLUSÃO

O uso de receptores GPS de navegação ou de mão apresentou exatidão incompatível para a prática de Amostragem Sistemática de Solos preconizada pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Para o levantamento de polígonos e a locação de pontos centrais de quadrículas em agricultura de precisão, equipamentos mais precisos e exatos deverão ser usados.

## LITERATURA CITADA

- BAIO, F.H.R.; ANGULO FILHO, R.; VETTORAZZI, C.A.; RAFFO, J.G.G. & ELIAS, A.I. Estudo da exatidão de um GPS operando em duas taxas de aquisição de dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., Poços de Caldas, 1998, Anais... Lavras, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.347-349.
- BALASTREIRE, L.A. Desenvolvimento de novas tecnologias: Avaliação do desempenho de um sistema de georreferenciamento portátil de baixo custo. In: BALASTREIRE, L.A., org. Avanços na agricultura de precisão no Brasil no período de 1999-2001. Piracicaba, 2002. p.1-353.
- CÂMARA, M.J.C. & SILVA, L.H.S. Avaliação da acurácia das coordenadas pós-processadas com dados RINEX obtidos por meio de um receptor GPS de navegação. Campo Grande, Universidade Católica Dom Bosco, 2005. 46p. (Monografia Aperfeiçoamento/Especialização em Georreferenciamento de Limites Rurais por GPS)
- COELHO, A.M. Agricultura de precisão: Manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: TÓPICOS em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.249-290.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- GIOTTO, E. & SEBEN, E. A topografia com o Sistema CR-TP0 6.0. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2001. 357p.
- LUZ, R.T.; CORREIA, J.D. & PESSOA, L.M.C. Posicionamento com receptores GPS amadores: Alguns resultados. In: GIS BRASIL 96 - CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, 2., Curitiba, 1996. Anais... Curitiba, Sagres, 1996. p.475-483.
- MENEGAZZO, F.M.; BORTOLUZZI, E.C.; MENTZ, D.A. & TONELLO, M.S. Comparação de áreas levantadas com receptores de GPS de navegação e estação total. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., Passo Fundo, 2007. Anais... Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, 2007. CD ROM.
- RHEINHEIMER, D.S. & KAMINSKI, J. Acidez do solo e a nutrição mineral de plantas. In: KAMINSKI, J., org. Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto. Pelotas, NRS-Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.21-39.
- ROCHA, C.H.B. Geoprocessamento: Tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora, Sermograph - Artes Gráficas e Editora, 2002. 220p.
- STABILE, M.C.C. & BALASTREIRE, L.A. Comparação de três receptores GPS para uso em agricultura de precisão. Eng. Agric., 26:215-223, 2006.
- VETTORAZZI, C.A.; ANGULO F.R. & COUTO, H.T.Z. Sistema de posicionamento global: GPS. Eng. Rural, 5:61-70, 1994.

