

## COMPARAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DE UMA ÁREA COM TECNOLOGIA GNSS NÃO DIFERENCIAL PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

Marcelo Carazo Castro<sup>1</sup>, Lucas do Nascimento Camargo<sup>2</sup>, Victor Celestino Vieira<sup>2</sup>

**RESUMO:** O conhecimento da extensão das áreas topográficas é importante para o planejamento da agricultura irrigada. Novas tecnologias têm permitido o aumento da precisão das medições com o uso de receptores GPS de navegação, porém poucos trabalhos se dedicam diretamente a avaliação de áreas. Assim, este trabalho objetivou comparar as determinações de uma área obtida com receptores GPS de navegação do tipo alta sensibilidade utilizando duas configurações diferentes: C1 - uso exclusivo do GPS; C2 - uso combinado do GPS com o GLONASS. Os trabalhos foram conduzidos em uma área do IFRJ *campus* Pinheiral de 3472,05 m<sup>2</sup> obtida com Estação Total Topográfica. Foram utilizados dois receptores GPS Garmin Etrex 30, um para cada configuração, e realizadas 90 determinações simultâneas de área. Observou-se uma área média, exatidão e precisão de 3431,50 m<sup>2</sup>, 140,15 m<sup>2</sup> e 123,93 m<sup>2</sup> para a C1, e 3462,06 m<sup>2</sup>, 124,34 m<sup>2</sup> e 134,09 m<sup>2</sup> para a C2. Concluiu-se que a configuração 2 proporcionou maior precisão, maior exatidão e menores valores de subestimativa de área, sendo esta configuração recomendada para o uso em levantamentos topográficos preliminares destinados a irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** planejamento agrícola, topografia, GPS

## COMPARISON OF THE DETERMINATION OF AN AREA WITH NON- DIFFERENTIAL GNSS TECHNOLOGY FOR IRRIGATION PURPOSES

**ABSTRACT:** Knowledge of the extension of topographic areas is important for the rational planning of irrigated agriculture. New technologies have allowed to increase the precision of the measurements with the GPS, but few works are dedicated directly to the evaluation of areas. Thus, this paper aimed to compare the determinations of an area obtained with

<sup>1</sup> Prof., IFRJ *campus* Pinheiral, rua José Breves 550, CEP 27.197-000, Pinheiral-RJ. Fone (24) 33568202. e-mail: marcelo.castro@ifrj.edu.br.

<sup>2</sup> Discente do Curso Técnico em Meio Ambiente, IFRJ *campus* Pinheiral, Pinheiral-RJ.

navigation GPS receivers of the high sensitivity type using two different configurations: C1 - exclusive use of GPS; C2 - combined use of GPS with GLONASS. The works were conducted in an area of the IFRJ Pinheiral of 3472.05 m<sup>2</sup> obtained with Topographic Total Station. Two Garmin Etrex 30 GPS receivers were used, one for each configuration, and 90 simultaneous area determinations were performed. A mean area, accuracy and precision of 3431.50 m<sup>2</sup>, 140.15 m<sup>2</sup> and 123.93 m<sup>2</sup> for C1, and 3462.06 m<sup>2</sup>, 124.34 m<sup>2</sup> and 134.09 m<sup>2</sup> for C2 were obtained. It was concluded that C2 provided higher precision, higher accuracy and lower values of area underestimate, and this configuration is recommended for use in preliminary topographic surveys for irrigation.

**KEYWORDS:** agricultural planning, surveying, GPS

## INTRODUÇÃO

No planejamento racional da agricultura irrigada, é preciso utilizar as características da área trabalhada incluindo sua extensão topográfica. Para isso, pode-se utilizar diversas técnicas e instrumentos de medição, dentre os quais se inclui os receptores do sistema de posicionamento global por satélites. Novas tecnologias de baixo custo estão disponíveis para uso nos receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) não diferenciais, popularmente designados como de navegação, como circuitos eletrônicos de alta sensibilidade e o processamento conjunto de satélites da constelação GPS (*Global Positioning System*) e do GLONASS (*Global Orbiting Navigation Satellite System*), colocando a disposição do usuário 48 satélites e não apenas os 24 do sistema GPS. McCormac et al. (2016) menciona que os receptores capazes de rastrear satélites GPS e GLONASS simultaneamente proporcionam ao usuário uma melhor exatidão nas observações. Wieser (2006) menciona que os receptores GPS de alta sensibilidade podem rastrear sinais de 20 a 25 dB abaixo do limite dos receptores convencionais, obtendo significativamente mais informações que os receptores convencionais, porém com uma qualidade do posicionamento sob obstruções bastante inferior à aquela obtida sob céu limpo.

De forma geral, com o uso de um mesmo receptor GPS e forma de posicionamento sobre um ponto específico, a precisão dos levantamentos varia principalmente em função da geometria dos satélites, das perturbações atmosféricas e do multicaminhamento, e por isso não assume um único valor. Segantine (2005) define multicaminhamento como o efeito de comportamento aleatório resultante da reflexão dos sinais dos satélites GPS em superfícies

próximas a antena do receptor. Como consequência do multicaminhamento, o receptor recebe os sinais emitidos pelos satélites por mais de um caminho natural, o que afeta a qualidade do posicionamento.

Apesar dos inúmeros trabalhos desenvolvidos com receptores GNSS, os mesmos se restringem principalmente a avaliação das coordenadas obtidas com receptores diferenciais, e não a de áreas obtidas com receptores de navegação de baixo custo. Assim, este trabalho objetivou comparar as determinações de uma área obtida com receptores não diferenciais utilizando diferentes configurações de aquisição dos satélites GNSS, para fins de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no IFRJ *campus* Pinheiral, em Pinheiral-RJ, latitude 22° 31' 12,47" S, longitude 43° 59' 29,19" W e altitude de 373 m, em uma área plana da fazenda do *campus* com horizonte parcialmente obstruído em um de seus lados por um morro de aproximadamente 45 m de altura e vegetação arbustiva contínua ao longo de todo o perímetro.

Inicialmente foram demarcados quatro pontos com piquetes cuja área foi determinada pelo método de caminhamento pelos ângulos internos com o auxílio de uma estação total topográfica, marca Ruide, modelo RTS820.

Foram utilizados dois receptores GPS de navegação, marca Garmin, modelo Etrex 30, sendo um configurado para utilização apenas de satélites da constelação GPS (configuração nº 1) e o outro para utilização conjunta do GPS e do GLONASS (configuração nº 2), ambos com o *Datum* SAD-69. O levantamento da área com os receptores GPS foi realizado simultaneamente ao longo de 45 dias, entre 06/10/2018 e 21/12/2018, com duas determinações diárias, totalizando 90 levantamentos, procurando-se variar os horários e as condições meteorológicas. Assim, metade dos trabalhos foram realizados pela manhã e metade a tarde, sendo 44 % dos mesmos realizados sob céu parcialmente nublado, 31 % sob céu totalmente nublado, 20 % sob céu totalmente aberto e 5 % sob céu totalmente nublado com chuva durante os posicionamentos.

A determinação do valor da área com estes receptores foi feita a partir da determinação das coordenadas UTM de cada piquete e com a utilização do método analítico de Gauss para cálculo da área apresentado por Silva & Segantine (2015). Para fins de comparação com as áreas determinadas com os receptores GPS, a área topográfica foi corrigida com o auxílio do

fator de escala total, determinado segundo procedimento de Silva & Segantine (2015), utilizando-se a equação 1.

$$A_{UTM} = A_{TOPO} * k_t^2 \tag{1}$$

Em que,

$A_{UTM}$  - área no sistema de projeção UTM equivalente a área topográfica levantada com estação total, m<sup>2</sup>;

$A_{TOPO}$  - área topográfica levantada com a estação total, m<sup>2</sup>;

$k_t$  - fator de escala total, dada pela combinação do fator de escala altimétrico com o fator de escala UTM.

As medições foram avaliadas a partir da determinação da amplitude dos valores medidos, dos quartis, da variância, do desvio padrão e do coeficiente de variação (CV). A exatidão foi determinada comparando-se a área UTM da estação total com as áreas levantadas com os receptores, e a precisão obtida analisando-se unicamente as próprias medidas dos receptores, segundo procedimentos de Mikhail & Gracie (1991) e de Ogundare (2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor da área topográfica obtida com a estação total foi de 34.74,31 m<sup>2</sup>, com uma precisão de 1/24.120, tendo o perímetro um valor de 289,438 m. O valor do fator de escala total ( $k_t$ ) calculado foi de 0,9996745, o que levou a uma área UTM de 3.472,05 m<sup>2</sup>.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados obtidos com os receptores GPS. Observa-se, na Tabela 1, que a configuração 2 apresentou menor dispersão dos valores de áreas levantadas, de 637,35 m<sup>2</sup> contra 731,58 m<sup>2</sup> da configuração 1.

**Tabela 1.** Resultados parciais da análise estatística das 90 observações realizadas com os receptores na configuração 1 (uso apenas do GPS) e na configuração 2 (uso conjunto do GPS e do GLONASS).

Conf.	Área (m <sup>2</sup> )			Quartis (m <sup>2</sup> )			Variância	Desvio Padrão	CV (%)
	média	mínima	máxima	25%	50%	75%			
1	3431,50	2979,28	3710,86	3354,04	3454,50	3513,24	17979,35	134,09	3,91
2	3462,06	3164,94	3802,29	3390,81	3471,01	3523,63	15359,27	123,93	3,58

**Tabela 2.** Resultados da análise de exatidão, precisão e limites de confiança ao nível de 95 % das áreas obtidas com as duas configurações dos receptores.

Configuração	Exatidão (m <sup>2</sup> )	Precisão (m <sup>2</sup> )	Intervalo de Confiança <sup>1</sup> (m <sup>2</sup> )	
			Limite inferior	Limite Superior
1	140,15	134,09	3403,42	3459,58
2	124,34	123,93	3436,10	3488,02

<sup>1</sup>: ao nível de confiança de 95 %.

Considerando-se os resultados das áreas médias da Tabela 1, o erro médio da medição de área da configuração 1 foi de 1,17 % e o erro médio da configuração 2 foi de 0,29 %. Franco (2009), ao comparar os resultados médios de seis repetições de medição de uma área de 66.716 m<sup>2</sup> com quatro pontos obtidos com um receptor GPS de navegação com aqueles obtidos com um receptor GPS geodésico de precisão, observou uma diferença média entre as áreas com os dois tipos de receptores de 0,31 %. Já Barros et al. (2014) observaram um erro de 1,44 % ao compararem uma área de 62.400 m<sup>2</sup> com 33 vértices levantada com teodolito com aquela obtida com um receptor GPS de navegação, por meio das coordenadas de seus vértices em apenas uma repetição. Esses resultados são semelhantes aos obtidos neste trabalho, embora com uma quantidade de repetições, extensão de área, localização e tipos de receptores diferentes. Apesar da semelhança entre o valor das área obtidas com o GPS de navegação e o valor tomado como correto para a mesma, Barros et al. (2014) e Franco (2009) concluíram que as medições com receptores GPS de navegação não deveriam ser utilizadas para finalidades legais, podendo entretanto ser empregadas para auxiliar o planejamento da propriedade, como é o caso da agricultura irrigada.

A análise dos quartis apresentados na Tabela 1 indica que, em 25 % das medições feitas, a área obtida foi subestimada em relação a área UTM de no mínimo 3,4 % e 2,3 %, respectivamente para as configurações 1 e 2. Na agricultura irrigada, uma superestimativa da área cultivada geralmente é menos problemática que uma subestimativa, uma vez que os insumos que sobram de uma operação podem muitas vezes ser reaproveitados em atividades futuras. Já no caso de subestimativa de área, os produtos que faltarem precisam ser adquiridos, acarretando em custos adicionais com frete e aplicação, além da eventual morosidade em resolver o problema que pode impactar negativamente na produção.

Na Tabela 2, observa-se que a configuração 2 apresentou melhores resultados de precisão e exatidão, provavelmente devido a maior disponibilidade de sinais oriundos do uso conjunto do sistema GPS e do GLONASS. Este resultado é coerente com os obtidos por Vitorim & Poz (2016), os quais também comprovaram que o desempenho conjunto do sistema GPS com o GLONASS proporcionou melhor precisão que o do GPS isoladamente.

O resultado da comparação das médias das áreas das configurações 1 e 2 com o auxílio do teste Z, apresentado na Tabela 3, indica que não há diferença significativa entre elas ao nível de 5% de significância. Entretanto, o valor da área UTM de 3.472,05 m<sup>2</sup> está contido apenas dentro do intervalo de confiança ao nível de 95 % das medições da configuração 2, indicando que há evidências de que a média das áreas da configuração 1 é significativamente diferente do valor da área UTM.

**Tabela 3.** Teste de comparação das médias das áreas obtidas nas configurações 1 e 2 dos receptores avaliados.

	<b>configuração 1</b>	<b>configuração 2</b>
Área Média (m <sup>2</sup> )	3431,50	3462,06
Variância (m <sup>2</sup> )	17979,35	15359,27
Observações	90	90
Hipótese da diferença de média	0	
$\alpha$	0,05	
Z observado	-1,59	
p-value	0,11	
Decisão	aceitar Ho	

## CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, pode-se concluir que o uso da configuração para leitura simultânea dos satélites GPS e GLONASS, melhor do que aquela com uso exclusivo do GPS, possibilitou menor variabilidade das medições, proporcionando maior precisão, maior exatidão, melhor aderência ao valor real da área avaliada e menores valores de subestimativa de área, sendo esta então recomendada para o uso em levantamentos preliminares destinados a irrigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, B. S. X., BARROS, Z. X., POLLO, R. A. Levantamento Planimétrico de Pequenas Propriedades Rurais pelo Sistema Convencional e pelo Receptor (GPS) de Navegação. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 82-86, 2014.
- FRANCO, T. C. R. Análise da Precisão no Posicionamento com um Receptor GPS de Navegação. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 1, n. 3, p. 79-86, dez. 2009.

MCCORMAC, J.; SARASUA, W.; DAVIS, W. **Topografia**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 414 p.

MIKHAIL, E. M.; GRACIE, G. **Analysis and Adjustment of Survey Measurements**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 340 p.

OGUNDARE, J. O. **Precision Surveying: the principles and geomatics practice**. New Jersey: John Wiley and Sons, 2016. 668 p.

SEGANTINE, P.C.L. **GPS: Sistema de Posicionamento Global**. São Carlos: EESC/USP, 2005. 364p.

SILVA, I.; SEGANTINE, P. C. L. **Topografia para Engenharia: teoria e prática de geomática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 412 p.

VENTORIM, B. G.; POZ, W. R. D. Avaliação do Desempenho dos Sistemas GPS e GLONASS no Posicionamento por Ponto Preciso, Combinados e Individualmente. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 265-281, jun. 2016.

WIESER, A. High-Sensitivity GNSS: the trade-off between availability and accuracy. In: SYMP. GEODESY FOR GEOTECHNICAL AND STRUCTURAL ENGINEERING, 3., 2006, **Anais eletrônicos...** Baden, Austria: TU Wien, 2006. Disponível em: <[http://info.tuwien.ac.at/ingeo/data/wieser\\_pubs/2006\\_wieser\\_baden.pdf](http://info.tuwien.ac.at/ingeo/data/wieser_pubs/2006_wieser_baden.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2019.