



O USO DE RECEPTORES GNSS RTK E ESTAÇÃO TOTAL NA LOCAÇÃO DE PONTOS TOPOGRÁFICOS

Wesley Batista dos SANTOS¹, Sebastião Nilce SOUTO FILHO²

RESUMO

As técnicas e equipamentos utilizados em topografia sempre foram de grande importância para a execução de projetos em engenharia, sendo imprescindível a precisão dos procedimentos. Com isso, o objetivo do artigo foi, comparar a precisão da locação de pontos partir dos equipamentos Estação Total e receptor GNSS RTK. O experimento foi realizado em duas áreas distintas, sendo a área A livre de obstáculos e a área B constituída de vegetação. O processo de locação dos pontos se deu por coordenadas, a partir de dois equipamentos diferentes: Estação Total e GNSS RTK. Os dados obtidos foram processados e, submetidos a uma análise de estatística descritiva para se determinar a precisão e acurácia de cada equipamento. Os resultados mostraram que os dados se apresentaram de forma normal (p -valor $> 0,05$). A partir do desvio padrão e do coeficiente de variação foi possível observar o quão próximos os dados estão entre si, ou seja, que os pontos tendem a estar próximos da média. Portanto, concluiu-se que, embora houve uma variação maior em pontos específicos na área com vegetação densa, o uso de equipamentos GNSS RTK possui viabilidade, em locação de pontos topográficos.

Palavras-chave:

Topografia, Sistema GNSS, Coordenadas, Levantamento, Posicionamento.

1. INTRODUÇÃO

A locação de pontos em topografia consiste em materializar, no terreno, pontos de um projeto previamente determinado para que o mesmo possa ser estabelecido exatamente no local ou terreno indicado. Dentre os tipos de locação existentes, a Locação Topográfica se destaca pela maior precisão e agilidade na operação. Assim, o principal equipamento utilizado para esse tipo de locação é a estação total, onde a locação pode ser realizada por coordenadas polares, interseção e/ou coordenadas. As locações por coordenadas são mais utilizadas atualmente, principalmente em obras de maior porte, utilizando os pontos de referência para passar as coordenadas do projeto para o terreno.

Os avanços tecnológicos em todos os ramos da ciência, surge também na área da topografia, a partir do Sistema Global de Navegação por Satélite, os chamados receptores GNSS RTK, sendo a definição de RTK (*real time kinematic*), ou seja, cinemática em tempo real, consiste na posição exata do ponto onde estiver o receptor, e vem se consolidando como a técnica e equipamento mais avançados em termos de posição e georreferenciamento.

Teixeira et al. (2023) constataram que a técnica de posicionamento GNSS determinan posições, ou seja coordenadas, em tempo real a partir de duas antenas, sendo que uma antena é configurada em um ponto estático com coordenadas fixas e é conhecida como estação base e usando alta frequência via rádio para transmitir seus dados brutos para a segunda antena, conhecida como

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Sustentável na Universidade Edson Antonio Vellano (UNIFENAS), Rodovia MG 179, Km 0 – Alfenas/MG CEP 37132-440. swesley97@gmail.com (autor correspondente).² Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Sustentável na Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Rodovia MG 179, Km 0 – Alfenas/MG CEP 37132-440. sebastiao.filho@unifenas.br

Rover, então as informações obtidas são utilizadas para calcular a posição relativa a localização do aparelho. Esses equipamentos geram as coordenadas georreferenciadas globalmente, possibilitando que por toda a extensão terrestre os levantamentos sejam feitos a partir da mesma referência, por exemplo o sistema UTM (Zimmermann, 2015). Uma das principais vantagens é o levantamento de um determinado ponto isoladamente, sem a necessidade de visadas em pontos de referências, como ocorre nas estações totais.

Porém para a coleta correta da coordenada, é necessário estar atento a qualidade do sinal recebido pelo receptor. O horizonte ao entorno da antena deve estar desobstruído, livre de estruturas metálicas, paredes, vegetação densa, entre outros que possam ser fontes de interferência. O posicionamento via GNSS RTK amplia as possibilidades da tecnologia de navegação por satélites, possibilitando reduzir para apenas alguns milímetros a margem de erro (Teixeira et al., 2023). Dessa maneira, afim de salientar a eficiência na locação de pontos topográficos o objetivo do presente artigo foi, comparar a precisão da locação de pontos topográficos a partir dos equipamentos Estação Total e receptor GNSS RTK

2. MATERIAL E MÉTODOS

As operações foram realizadas em duas áreas distintas no município de Alfenas-MG. A primeira área (A) se constitui de um lote, com área total de 402,1875 m², com características de relevo de 0 a 3% de inclinação, livre de obstáculos (muros, prédios, árvores, estruturas metálicas) com a finalidade de locar um projeto estrutural de fundação, para uma construção residencial. A segunda área (B), caracterizada por um alinhamento de 182 metros lineares, constituída de vegetação nativa arbórea adensada, onde a finalidade foi locar um projeto estrutural de fundação de um muro de divisa.

Em ambas as áreas o processo de locação dos pontos se deu por coordenadas, a partir de dois equipamentos diferentes: 1 – Estação Total marca Geodetic modelo Gd5, e 2 – GNSS RTK, marca HI-TARGET modelo V60 constituído de dois receptores denominados Base e Rover. Na área A, os marcos de referências utilizados para a locação foram obtidos a partir de pontos conhecidos e demarcados em levantamento primário, anterior a criação dos projetos, correspondente a divisão original do loteamento/condomínio. Foram locados 38 pontos, nos quais posteriormente, foram perfurados brocas de 0,25 m de diâmetro e 4,0 metros de profundidade para a construção e execução do projeto estrutural de um imóvel residencial. As referências utilizadas para a locação das brocas de fundação foram obtidas a partir de pontos conhecidos e demarcados em levantamento primário, anterior a criação do projeto de engenharia.

Na área B os marcos de referência utilizados foram obtidos em levantamento prévio com o equipamento estação total, anterior a criação do projeto de engenharia para a construção do muro de divisa. O projeto foi criado em paralelo com a vegetação existente e a uma distância de 1 metro em

relação a linha de árvores. Foram locados 12 pontos equidistantes em 15,10 m totalizando 182 m lineares, onde posteriormente foram perfurados brocas de 0,20 m de diâmetro e 3,5 m de profundidade. Seguindo a mesma metodologia utilizada na área A.

A metodologia partiu do princípio em que ambos os equipamentos foram montados no mesmo marco de referência. Primeiro realizou-se a locação com o equipamento RTK base no marco denominado M2, e o receptor RTK Rover, percorreu a área indicando o local de cada um dos pontos, sendo demarcando o ponto no solo com pequenas hastes de metal. Em seguida realizou-se a locação com o equipamento Estação Total e o acessório mini-prisma, demarcado com pequenas hastes de metal com coloração distinta. Em seguida foi aferido com trena de aço a diferença, ou deslocamento, entre os pontos materializados. As coordenadas UTM obtidas foram processadas e espacializadas pelos softwares Topograph, Autocad, então os dados obtidos foram submetidos a uma análise de estatística descritiva (média, variância, desvio padrão) no programa SISVAR para se determinar a precisão e acurácia de cada equipamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos após a análise de estatística descritiva se apresentaram em normalidade (p -valor $> 0,05$) para as duas áreas estudadas, no teste Shapiro-Wilk. Na tabela 1, observou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação para os dados coletados na área A, sendo que o desvio padrão e o coeficiente de variação obtidos, abaixo de 10%, indicando o quão próximos os dados estão entre si, ou seja, que os pontos tendem a estar próximos da média (GOMES, 1990). Na análise nos dados da área B observou-se um maior desvio padrão e coeficiente de variação, (tabela 1), que pode estar relacionado com a discrepância de coordenadas encontradas nos pontos 4 e 5.

Tabela 1 – Resumo da Estatística descritiva para os dados coletados com Estação e GNSS RTK para as áreas de estudo A e B.

Dados ÁREA A	Norte Estação	Este Estação	Norte RTK	Este RTK
Média	7629215.6276	403446.7520	7629215.6276	403446.751379
Desvio Padrão	4.54	6.58	4.54	6.59
Coef. Variação (%)	0.000059592673	0.001633381116	0.000059609135	0.001633869792
Dados ÁREA B	Norte Estação	Este Estação	Norte RTK	Este RTK
Média	7630535.2704	404420.2157	7630535.3135	404420.2014
Desvio Padrão	28.94	51.56	28.88	51.56
Coef. Variação (%)	0.000379376019	0.012750	0.000378563399	0.012750556282

Fonte: Autor (2024)

As diferenças numéricas para as coordenadas coletadas no sistema *Universal Transversal de Mercator* (UTM) com Estação Total e GNSS RTK, obtiveram uma variação máxima de 0,015m, ou seja, 1,5 cm. Com exceção dos pontos 4 e 5 da área B, que variaram entre 0,29m e 1,34m (tabela 4) em relação as diferenças das coordenadas. Vários autores relatam precisões ideais entre 0,03m e 0,05m (BRANDÃO, 2003; GAMA, 2012). Complementando, Coelho e Chaves (2015) relataram que

a inexistência de uma tolerância para cadastro urbano conduz à necessidade de estudos que comprovem se as tolerâncias obtidas teoricamente atendem aos levantamentos na prática, com base na propagação dos erros.

Em relação a variação maior encontrada nos pontos 4 e 5 da área B, pode-se observar que as coordenadas obtidas na área com vegetação densa tiveram uma diferença absoluta maior em relação àquelas obtidas com Estação Total, corroborando com Novachaelley (2013), diferença essa que pode ser explicado pela diminuição do número de satélites disponíveis no ato da coleta, aumentando o PDOP (*Positioning Dilution Of Precisão*), deteriorando o sinal, e afetando a acurácia do posicionamento. O que pode requerer maior atenção do operador na hora da coleta, verificando a quantidade ideal de satélites e a correta fixação do ponto desejado.

4. CONCLUSÃO

Os resultados dessa pesquisa mostraram que, embora houve uma variação maior em pontos específicos na área com vegetação densa, o uso de equipamentos GNSS RTK possui viabilidade, em relação ao equipamento convencional Estação Total para a locação de pontos topográficos em locação e execução de obras de engenharia, principalmente em áreas abertas e livres de interferências.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, A. C. O princípio da vizinhança geodésica no levantamento cadastral de parcelas Territoriais. 2003. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis.

COELHO, L. A. N.; Chaves, J. C. PRECISÃO NA DETERMINAÇÃO DAS COORDENADAS DOS VÉRTICES DE IMÓVEIS URBANOS. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, N0 67/2 p. 287-305, Mar/Abr/2015

GAMA, L. F. Implantação e Análise de Estruturas Geodésicas Planimétricas Obtidas por GPS e Estação Total: Aplicações em Levantamentos Cadastrais Urbanos. Revista Brasileira de Cartografia, No. 64/2, p. 227-247, marc. 2012

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 12.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 467p.

NOVACHAELLEY, A. José. Avaliação de coordenadas planimétricas e altimétricas com uso de estação total e receptores GNSS no interior de florestas. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2013.

TEIXEIRA, N. N.; Paulo, A.; Júnior, D. C. C. Gestão urbana: avaliação do desempenho da técnica de Posicionamento GNSS RTK. Revista de Gestão e Secretariado. São Paulo, SP, Brasil v. 14, n. 7, p. 11345-11370, 2023 ISSN: 2178-9010

ZIMMERMANN, Cláudio C. Apostila de Topografia. Apostila (didática) - Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. de Engenharia Civil. Florianópolis, SC, 2015.