

ACURÁCIA ENTRE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM GNSS PÓS PROCESSAMENTO E RTK PARA ATENDER AO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS

Fábio José Busnello¹
Diego Tecchio²
Fernando Isoton³

RESUMO

A topografia é um ramo que vem crescendo muito nos últimos anos, passando a ter uma grande abrangência em todo território brasileiro devido à necessidade de regularização fundiária regulamentada por leis, normas e decretos, tendo como ferramentas de trabalho equipamentos eletrônicos, tais como, estações totais e receptores GNSS de diferentes modelos e precisões. O presente trabalho foi realizado executando mensurações com GNSS Pós Processado e RTK para verificação de sua acurácia em levantamentos para fins de georreferenciamento de imóveis rurais, sendo que o estudo apresentou diferença na área total e na mensuração de alguns pontos, devido a presença de um baixo número de satélites em dois pontos durante a mensuração dos mesmos devido a presença de vegetação no local.

Palavras – chave: Topografia. Acurácia. Georreferenciamento.

1 INTRODUÇÃO

A área da topografia vem tendo um grande crescimento na nossa região devido à grande necessidade de regularização fundiária dos imóveis rurais e urbanos além da demanda por obras de infraestrutura.

Os equipamentos possíveis de serem utilizados para os trabalhos de georreferenciamento certificados pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) são estação total, GNSS Pós Processado e RTK, onde que os mesmos devem apresentar as precisões descritas na mesma (INCRA, 2010).

¹ Professor/pesquisador da Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. E-mail: fbusnello@yahoo.com.br.

² Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. E-mail: diegotecchio@unochapeco.edu.br.

³ Engenheiro Agrônomo. E-mail: isoton.fernandoisoton@hotmail.com.

Os levantamentos com equipamentos pós-processados, consistem em utilizar uma base rastreadora de sinal de satélites que irá monitorar a movimentação dos mesmos durante o período de levantamento que é realizado nos vértices da área em estudo com observação das coordenadas, realizadas a cada cinco segundo.

Após os trabalhos concluídos, os dados obtidos dos receptores de base e móvel devem ser baixados e processados com software específico para a obtenção das coordenadas corrigidas e possibilitando assim a verificação da precisão horizontal e vertical das mesmas, sendo que para esse sistema o tempo de monitoramento varia entre 5 a 30 minutos para obtenção de um ponto estático rápido com precisão menor que 10 centímetros (INCRA, 2010).

Os equipamentos equipados com sistema de *Real Time Kinematic* (RTK) consistem em um par de receptores GNSS (Sistema Global de Levantamento por Satélite) que realizam levantamentos processados em tempo real, isentando o mesmo dos trabalhos de pós-processamento, diminuindo o tempo de monitoramento em alguns segundo para obtenção de ponto fixo contendo precisão melhor que 10 centímetros, além de realizar trabalhos de locação de pontos, linhas, altimetrias entre outros que não necessitem precisão melhor que um centímetro (INCRA, 2010).

Segundo López-Cuervo (1996), a topografia é uma ciência que utiliza de métodos e equipamentos topográficos para representar graficamente determinada área em estudo, com o máximo de detalhes naturais e artificiais, podendo ser utilizada também para locação exata de determinadas obras que necessitam de alta precisão com sondagem de solo, edifícios, barragens entre outros.

Devido à necessidade de regularização fundiária em todo o território nacional, os métodos e equipamentos topográficos são utilizados para realizar as mensurações necessárias para os trabalhos. Porém, existem divergências entre os métodos e equipamentos utilizados, por isso a necessidade de ser feito um estudo dos métodos de levantamentos e dos diferentes aparelhos utilizados nesses levantamentos.

Os receptores GNSS são equipamentos rastreadores de sinal de satélite, onde este é emitido pelos mesmos direcionados sobre a superfície terrestre, os receptores calculam o tempo em que o sinal viaja do satélite até receptor calculando a distância entre eles, sendo assim com o monitoramento de no mínimo quatro satélites o receptor consegue calcular a sua posição com até três metros de erro, realiza-se então o pós-processamento para corrigir os

vetores de ambiguidade e demonstra a coordenada correta de determinado ponto (LOCH & CORDINI, 2000).

Os receptores GNSS equipados com RTK possuem a capacidade de realizar o processamento das coordenadas em tempo real durante o levantamento, sendo assim demonstra no momento em que é realizada a demarcação, o erro horizontal e vertical referente à precisão do ponto marcado, porém, a correção da coordenada ocorre apenas na observação rastreada de segundo em segundo não havendo o armazenamento de diversas observações como ocorre no pós-processado (LOCH & CORDINI, 2000).

A importância desse trabalho se dá pelo fato que levantamentos topográficos podem apresentar erros que podem ocorrer durante o levantamento e também a precisão de cada método utilizado. Verificando a acurácia entre levantamento topográfico com GNSS pós-processado e RTK em imóveis rurais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento topográfico foi realizado em propriedade rural no município de Quilombo/SC, situada a 425 metros de altitude, a área utilizada, caracterizada com vegetação bem distinta em cada vértice mensurado.

Com áreas de lavoura e pastagem possibilitando assim uma boa visualização, já em outras de vegetação mais densa dificultando assim a visualização do sinal de satélite. O relevo apresenta áreas planas e levemente ondulada, favorável para o cultivo de cereais, e áreas de maior declive, estas utilizadas para reflorestamento e mata ciliar totalizando com 70125,27m².

O trabalho foi realizado em dia com céu aberto, sem a presença de nuvens durante todo o período do levantamento, não houve a necessidade de proteger os equipamentos e também a equipe, facilitando a realização do trabalho com maior eficiência e evitando possíveis erros de refração atmosférica e distorção do sinal dos satélites.

Para a execução do trabalho, primeiramente foi realizado um estudo do local para identificação dos vértices a serem mesurados, após a identificação dos mesmos foi realizado a demarcação com estacas de madeira no ponto de apoio base e nos vértices a mensurar.

O levantamento de campo com a instalação do receptor base e iniciado as observações as 09:10 horas e com término as 13:22 horas, totalizando quatro horas e vinte dois minutos de rastreio. O ponto base foi georreferenciado através do PPP (Posicionamento por Ponto

Preciso) disponibilizado pelo IBGE, no dia 11 de abril de 2015. Após a correção da posição do ponto de apoio base, foi realizado processamento dos pontos rastreados nos vértices de interesse, com o auxílio do software Ashtech Solution obtendo as coordenadas dos mesmos.

As coordenadas obtidas pelo método de levantamento RTK (Real Time Kinematic) foram georreferenciadas diretamente no software da coletora de dados do equipamento com inserção das coordenadas georreferenciadas.

Posteriormente ao processamento as coordenadas foram importadas para o módulo CAD do TopoENV, software utilizado para elaboração de trabalhos técnicos em topografia e geodésia. Para analisar os levantamentos foram sobrepostos os pontos de coordenada obtidos através do pós-processamento e RTK, possibilitando analisar o deslocamento entre os pontos, assim como a diferença do perímetro e o tamanho da área. Outra análise realizada foi a verificação da precisão de cada ponto no método de pós-processamento e do RTK.

O posicionamento por GNSS pode ser realizado por diferentes métodos e procedimentos. Para a realização deste trabalho foi utilizado dois métodos de levantamento com GNSS, o GNSS Pós-processado e o equipado com RTK, ambos proporcionam precisão adequada para serviços de georreferenciamento de imóveis rurais (INCRA, 2013).

Para a execução do trabalho foi mensurado oito pontos, um ponto utilizado para a instalação do receptor base e outros sete pontos compondo os vértices do terreno.

O ponto de base e primeiro ponto do vértice foram determinados e demarcados em local com terreno levemente ondulado e sem a presença de vegetação, onde que a mesma é utilizada com área de lavoura e encontrava-se em pousio não havendo a possibilidade de interferência da observação.

O segundo ponto mensurado em área com vegetação densa, composta por árvores de grande porte. Terceiro ponto mensurado em relevo levemente ondulado, em uma área utilizada para pastagem animal, com vegetação de porte baixo e com apenas uma árvore próxima, de aproximadamente 10 metros de altura.

Quarto ponto mensurado em área levemente ondulada destinada para a produção de cereais, e também com a presença de uma árvore isolada da espécie de araucaria com altura aproximadamente de 15 metros. Quinto ponto mensurado em área de terreno levemente ondulado, com vegetação densa, área reflorestada com eucalipto com uma altura de aproximadamente 10 metros. Sexto ponto mensurado em terreno levemente ondulado, com predomínio de área de banhado e açudes, com vegetação baixa próximo ao ponto, o ponto do

vértice da área foi mensurado próximo a um espelho d'água. Sétimo ponto mensurado em terreno plano ou levemente ondulado, próximo a estrada geral, com pouca vegetação no local, com uma árvore isolada e de grande porte, e com ramificação bastante densa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em análise ao relatório do levantamento estático, podemos constatar que ocorreu uma variação de PDOP, supostamente isso ocorreu devido à variação do número de satélite presentes para a mensuração de cada ponto em questão. Sendo que este pode sofrer alteração também pela constelação de satélites, quanto mais próximo for à disposição dos satélites maior vai ser a alteração do PDOP (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados do processamento do levantamento estático. Quilombo – SC.

Ponto	Erro Padão X em metros	Erro Padão Y em metros	Erro Padão Z em metros	SV's*	PDOP **
01	0,000	0,001	0,001	7	1,9
02	0,002	0,008	0,002	5	6,3
03	0,001	0,001	0,002	6	2,8
04	0,001	0,002	0,002	6	1,9
05	0,001	0,002	0,002	7	1,6
06	0,001	0,001	0,001	6	1,8
07	2,045	2,075	11,65	2	20,0

3

SV's*: Número de satélites visíveis pelos receptores durante o período de rastreamento do ponto.

PDOP**: Constelação de satélites que forma uma triangulação na recepção do sinal.

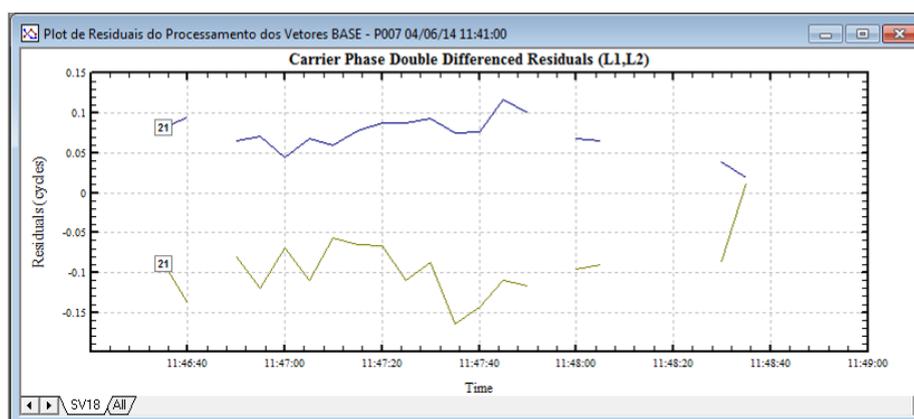
Fonte: Dados da pesquisa.

Em análise aos relatórios emitidos pelos sistemas em que apresenta a solução de posicionamento do método estático, pode-se constatar que, os pontos apresentaram os parâmetros de acurácia exigida pela norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais, com exceção do ponto 07 que não apresentou a acurácia necessária para atender a norma técnica, e o ponto 02 que apresentou o PDOP acima do exigido.

O erro de precisão do ponto 07 pode ser associado à presença da vegetação densa próximo ao local, impedido a recepção dos sinais de satélite, onde que no período do monitoramento o ponto teve apenas 2 satélites visíveis apresentados no relatório de processamento, durante todo o tempo de observação do mesmo, os demais satélites

observados no ponto, apenas geraram resíduos que impossibilitaram a fixação das ambiguidades ocasionando alto erro no posicionamento (figura 1).

Figura 1 - Vista parcial do gráfico que mostra a presença de um satélite na hora da mensuração do ponto 07. Quilombo – SC.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao ponto 2, pode-se observar o PDOP acima do exigido, devido a vegetação existente no ponto em questão impedindo assim a observação dos satélites próximo ao horizonte. Em segunda hipótese os satélites estavam posicionados com alta inclinação em relação ao horizonte ocasionando um aumento do PDOP.

Analisando o relatório das coordenadas obtidas com GNSS RTK, pode-se observar que os pontos obtiveram precisão conforme exigência da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, com exceção dos pontos P2 e P7.

O ponto P2 apresentou solução das ambiguidades flutuante com erro horizontal de 0,731 metros e vertical de 0,765 metros, os erros foram ocasionados devido à presença de vegetação próxima ao local de observação. Na utilização do RTK para a observação do ponto P2 o resultado foi contrário ao pós-processado devido ao RTK ser um sistema absoluto e não gerar arquivos de rastreamento com várias observações.

O ponto P7 apresentou solução das ambiguidades flutuante com erro horizontal de 2,306 metros e vertical de 1,654 metros, o que foi ocasionado também pela presença de vegetação.

De acordo com a terceira Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais de 2013, permite a utilização de observações dos pontos P2 e P7 caso os mesmos fossem

vértices de limites naturais, como o caso de correiros, rios e outros, os quais são admitidos solução flutuante com erro de até 3 metros (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados do processamento do levantamento com RTK. Quilombo – SC.

ID BASE	ID MÓVEL	SATÉLITES	PDOP	SOLUÇÃO	HRMS	VRMS
BASE	P1	12	1.40	Fixo	0.004	0.007
BASE	P2	6	2.40	Flutuante	0.731	0.765
BASE	P3	11	2.00	Fixo	0.015	0.031
BASE	P4	10	1.60	Fixo	0.018	0.037
BASE	P5	14	1.50	Fixo	0.006	0.010
BASE	P6	6	1.40	Fixo	0.005	0.007
BASE	P7	6	4.20	Flutuante	2.306	1.654

Fonte: dados da pesquisa.

A análise de deslocamento entre os levantamentos foi realizada sobrepondo os polígonos gerados em cada método, para verificação do deslocamento de cada vértice, além do perímetro e a área dos polígonos conforme (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados do deslocamento métrico nos pontos levantados. Quilombo – SC.

Ponto	Deslocamento (m)
P1	0,004
P2	1,161
P3	0,021
P4	0,023
P5	0,014
P6	0,005
P7	4,367

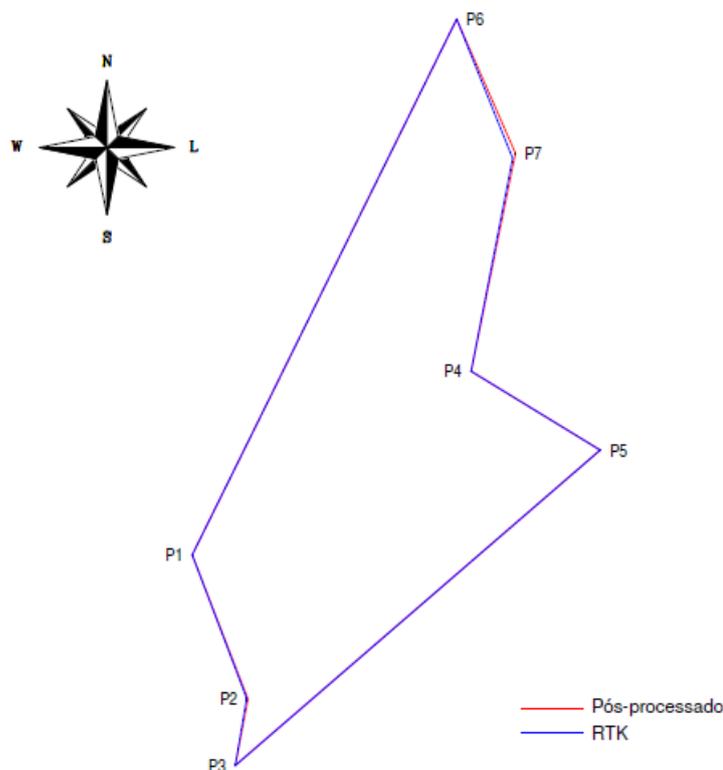
Fonte: dados da pesquisa.

Em análise ao deslocamento dos vértices, observou-se um deslocamento de 1,161m para o ponto 02 e de 4,367m para o ponto 07, servindo estes apenas para vértices de limite natural não podendo ser utilizado para vértices de limite.

Em relação à área superficial, pode-se analisar que houve diferença entre os polígonos, onde que os pontos obtidos através do levantamento estático apresentou área superficial de 70125,27m², enquanto que o levantamento com o RTK apresentou área de 70351,16m², apresentando 225,89 m² de divergência (figura 2).

Supostamente isso pode ter ocorrido devido a diferença entre os dois métodos em questão, pois, enquanto que um método faz várias observações para obter um ponto em questão, o outro realiza apenas uma observação.

Figura 2 - Mapa planimetrico com levantamento pós-processado devido e RTK. Quilombo – SC



Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com a lei 10.267/01, Georreferenciamento é o mapeamento de um imóvel rural referenciando os vértices de seu perímetro ao Sistema Geodésico Brasileiro, definindo a área e a sua posição geográfica. Serve para a regularização registral dos imóveis rurais.

O processo para certificação deve ser encaminhado ao INCRA, que verificará o enquadramento na Norma Técnica e a existência de possíveis sobreposições da poligonal mapeada com outra já certificada, emitindo assim a certificação do imóvel. Uma vez certificado, o proprietário deve encaminhar os documentos ao Cartório de Registro de Imóveis, para que seja procedida a retificação dos dados contidos no registro e a averbação da nova descrição do perímetro.

De acordo com o Decreto Federal 5.570/05, fica determinado a exigência de georreferenciamento do imóvel para a realização de transferências na matrícula ou participação em ações judiciais, em prazos que variam de acordo com sua área. Atualmente, está em vigor a exigência para imóveis com área superior a 500 hectares.

O prazo para análise e emissão da certificação varia em relação à demanda de processo em que o INCRA deverá analisar, podendo demorar alguns anos para ser emitida a certificação.

De acordo com a lei 10.267/01, a falta do georreferenciamento e certificação pelo órgão competente impedirão o proprietário de registrar transferências, partilhas, desmembramento e unificação de áreas, garantia hipotecária entre outros, devendo os proprietários realizar os trabalhos de georreferenciamento com antecedência, para evitar problemas e entraves em seus interesses produtivos ou negociais.

4 CONCLUSÃO

De acordo com a Terceira Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (2013), os dois métodos de levantamento apresentaram a acurácia necessária para serem utilizados para fins de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, mas com alguma ressalva para áreas que apresentam uma vegetação mais densa e de grande porte, sendo que para a utilização dos mesmos nessas áreas, só seria possível se fosse efetuada a supressão da vegetação com abertura de clareiras em torno do vértice que se encontra sob estas condições, mas para que isso fosse possível seria necessário o requerimento de uma autorização de corte da vegetação emitida pelo órgão ambiental.

Outra opção para estas condições de terreno seria a utilização da Estação Total, sendo que a mesma apresenta bons resultados em áreas com estas condições, com uma poligonal enquadra.

A utilização de estação total não possui restrição desde que seja utilizado este método com equipamento dentro das especificações exigidas pela Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, que o levantamento seja realizado de forma que atinja as precisões necessárias para a certificação viabilizando a utilização em áreas com vegetação ou com maiores dificuldades para a utilização de GPS de precisão.

REFERÊNCIAS

DECRETO nº 5.570, de 31 de outubro de 2005. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/.../Decreto/D5570.htm>. Acesso em 11 de junho de 2013.

LEI 10.267 de 28 de agosto de 2001. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110267.htm> Acessado em 11 de junho de 2013.

LOCH, C; CORDINI, J. Topografia contemporânea: planimetria. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.

LÓPEZ-CUERVO, S. Y. E. Topografia. 2.ed. Espanha: Editora Mundi-Prensa, 1996.

Norma Técnica Para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. INCRA. 2. ed. 2010.

Norma Técnica Para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. INCRA. 3. ed. 2013.