

**AVALIAÇÃO DE MULTICAMINHAMENTO EM DIFERENTES
COBERTURAS VEGETAIS - GLOBAL NAVIGATION SATELLITE
SYSTEM (GNSS) x ESTAÇÃO TOTAL.**

MESSIAS VARGAS PEREIRA¹

Msc ADRIANE BRILL THUM²

messiasvargas@hotmail.com

adrianebt@unisinós.br

Universidade Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS
Curso de Especialização em Informações Espaciais
Georreferenciadas

¹Engenheiro Agrônomo – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNISUL

^{1,2}Universidade Vale dos Sinos - UNISINOS

RESUMO

A evolução tecnologia no ramo de mensuração cresce exponencialmente, no caso dos receptores GNSS acontece o mesmo, porém apresentam ainda erros no processo de determinação de uma coordenada sob a superfície terrestre. O presente trabalho busca demonstrar e mensurar um dos principais erros, denominado de multicaminhamento, provocado pela reflexão do sinal em alguns objetos, como as copas de árvores, edificações, entre outros. Para verificar tal situação foi realizado o levantamento de seis pontos em diferentes coberturas vegetais, plantio de eucalipto, área limpa e área com vegetação densa. Foram realizados três levantamentos GNSS em dias distintos cada um com tempos de rastreio de 10, 20 e 30 minutos, e comparados com os dados da estação total, pois esta não sofre influencia deste erro. Nos resultados se pode observar que nas áreas com mata não é recomendável utilizar GNSS para trabalhos com precisão, devido o erro que variou de 0,178 metros até 0,955 metros. Mesmo assim todos os dados foram inferiores a 1,00 metro de erro linear, indicando que o mesmo pode ser usado em algumas circunstâncias.

Palavras-chave: GNSS, Multicaminhamento, Erro Linear.

ABSTRACT

The evolution of technology in the field of measurement grows exponentially, in the case of GNSS receivers the same happens, but still present errors in the process of determining a coordinate under the earth's surface. The present work seeks to demonstrate and measure one of the main errors, called multilamination, caused by signal reflection in some objects, such as treetops, buildings, among others. To verify this situation, a six - point survey was carried out on different vegetation cover, eucalyptus plantation, clean area and dense vegetation. Three GNSS surveys were carried out on different days, each with 10, 20 and 30 minute tracking times, and compared to the total station data, since it is not influenced by this error. In the results it can be observed that in areas with forest it is not recommended to use GNSS for precision work, due to the error that varied from 0.178 meters to 0.955 meters. Even so, all data were less than 1.00 meters of linear error, indicating that it could be used in some circumstances.

Key words: GNSS, Multicamination, Linear Error.

1. INTRODUÇÃO

Os aparelhos de GPS (Global Positioning System), atualmente designados de GNSS (Global Navigation Satellite System), vêm em uma escala de evolução crescente, melhorando exponencialmente sua precisão e agilidade na demarcação e localização de coordenadas. Com esses benefícios apresentados, um grande número de pessoas passaram a fazer uso destes equipamentos.

O ponto mais importante a ser analisado neste sentido é a utilização correta dos equipamentos, precisa-se de conhecimento e bom senso para saber em quais situações pode se utilizar tal tecnologia. Esse ponto foi o grande motivador para a realização desta pesquisa, buscando avaliar qual a influência que a cobertura vegetal representa sob a qualidade dos dados de GNSS, e apresentar isto de maneira objetiva através da mensuração do erro linear na coordenada de pontos aleatórios em diferentes coberturas vegetais.

Quando o sinal passa pelas copas das árvores ele acaba sendo refletindo, e chegando assim um outro sinal ate a antena receptora, este possui um erro

denominado de multicaminhamento. Conforme Van Dierendonck (apud Krueger et al., 2006), esta é uma debilidade do sistema GPS e GNSS, consistindo na perda de integridade dos sinais, estes são emitidos pelas antenas dos satélites e recebidos pelas na antenas receptoras, porem os mesmo não podem atravessar diversos tipos de materiais e são refletidos.

2. OBJETIVOS

A pesquisa tem por objetivo mensurar o erro planimétrico das coordenadas, atribuído ao multicaminhamento e verificar a qualidade do levantamento topográfico nas diferentes coberturas de vegetação, tendo como base o padrão de erro estipulado pelo INCRA. Observando em qual cobertura vegetal o erro tem mais influência.

3. HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA GNSS

O Global Navigation Satellite System (GNSS) possui a função de posicionar um objeto sobre a superfície terrestre, ou seja, definir uma coordenada a um ponto, sob um sistema conhecido. Durante muito tempo o posicionamento do homem sobre o espaço terrestre se deu através da observação dos satélites naturais, sol, lua e estrelas, porém para que se pudesse ter algum posicionamento, era preciso de alguém com grande habilidade e mesmo assim estando a mercê das condições climáticas. (MONICO, 2008). Por volta do século XVII, XVIII com a invenção da bussola começou-se a ter um posicionamento mais preciso, principalmente no que se tratava de navegação.

Vários equipamentos foram surgindo ao longo do século XVIII, com o avanço da tecnologia eletrônica, os equipamentos passaram e ser baseados em frequência de rádio, porém ainda apresentavam limitações quanto à qualidade e globalidade.

Todos estes problemas perduraram até a década de 1970, onde os Estados Unidos da América lançaram a proposta do Global Positioning System, (NAVISTAR-GPS), que se popularizou como GPS. Neste mesmo período surgiu também o Global Orbiting Navigation Satellite System (GLONASS) desenvolvido pela antiga União Soviética (URSS). Na década de 1990 surge então sistema

semelhante na Europa, chamado de Galileo. E em 1991 durante a décima Conferência de Navegação Aérea, nomearam o GNSS como um termo comum para todos esses sistemas. No decorrer das décadas seguintes vários países foram criando seus próprios sistemas, semelhantes aos mencionados a cima e os aprimorando na busca de melhorar a precisão de suas posições (MONICO, 2008).

As antenas receptoras dos sinais, que são emitidos dos satélites, atualmente conseguem captar informações do GPS, do GLONASS e do Galileo. Além desses, vem surgindo sistemas como o COMPASS e outros, no decorrer dos últimos anos, o que vem auxiliando a qualidade das informações recebidas. Possibilitando resultados precisos e agilidade nos trabalhos de levantamentos.

Mesmo com a evolução da tecnologia, a precisão das observáveis do GNSS depende do acúmulo de erros provindos dos tipos de sinais rastreados, das antenas e dos receptores, dos níveis de erros e ruídos dos receptores, do erro dos relógios dos receptores, da variação da velocidade da luz, da geometria dos satélites (GDOP), das influências atmosféricas, dos modelos de correções ionosféricas e troposféricas, do multicaminhamento, das técnicas para a solução da ambiguidade, dos modelos matemáticos utilizados pelos softwares para o processamento das observações, ente outros (Silva e Segantine 2015).

A maioria dos erros existentes são corrigidos ou compensados já dentro do próprio software da antena receptora. O erro mais difícil de mensurar e corrigir é o multicaminhamento. Assumindo que o sinal de qualidade é aquele que chega diretamente até a antena, temos outros sinais que são refletidos por superfícies de objetos próximos a antena do receptor, provocando assim interferência na ambiguidade das informações. Este erro pode variar entorno de 50cm, em casos extremos pode-se ter interferência na casa dos 5 metros. A experiência do operador e a adequação de técnicas para cada situação ajudam a minimizar estes efeitos (Gonçalves et al,2012).

4. MATERIAL E MÉTODOS

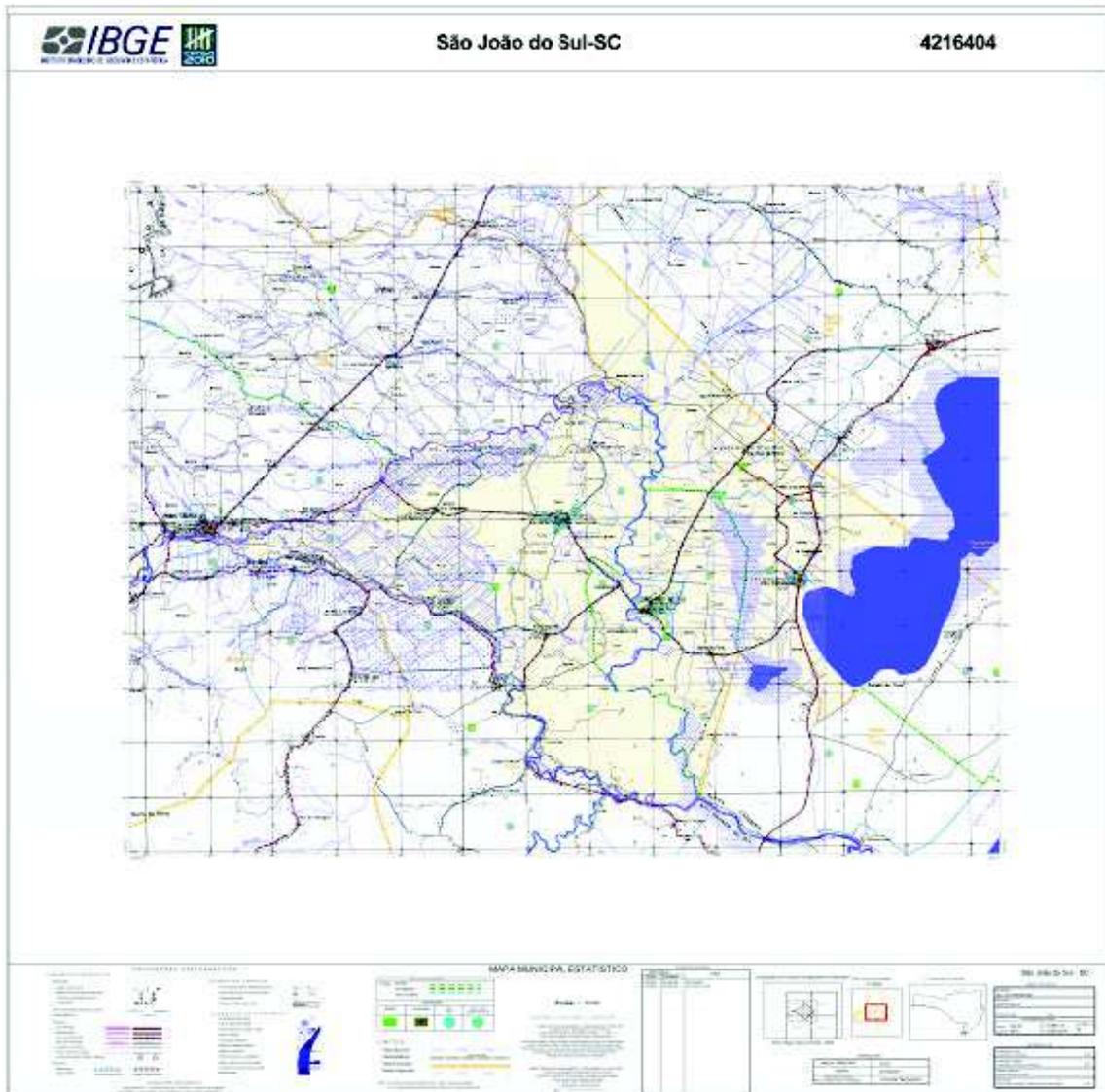
A metodologia aplicada neste trabalho foi baseada na Norma Técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais, definida pelo Instituto de Colonização e

Reforma Agraria (INCRA), conforme Lei Federal (Lei 10.267, de 28 de agosto de 2001) e de definições escritas pelos autores citados neste trabalho.

4.1 – LOCALIZAÇÃO

A pesquisa foi desenvolvida no interior do município de São João do Sul, no estado de Santa Catarina, com as coordenadas aproximadas de Latitude 29°15'41,51"S, Longitude 49°49'26.03"W e altitude média de 10 metros. A área de estudo é composta por diferentes coberturas vegetais, sendo parte de mata densa, cultivo de eucalipto e arroz.

Figura 1: Planta de situação do município de São João do Sul/SC.



Fonte: IBGE

No interior da área marcou-se e identificou-se através estacas pintadas de amarelo, seis pontos. Sendo os pontos 1E e 2E na área com plantio de eucalipto, os pontos 3L e 4L na área limpa, com cultivo de arroz e os pontos 5M e 6M na área de mata densa.

4.2 – EQUIPAMENTOS

Neste trabalho foram utilizados equipamentos de precisão para a coleta dos pontos, conforme detalhamento a seguir:

- **Estação Total:**
 - Leitura direta de 1 segundo e precisão de 7".
 - Alcance de 3.000 m com 01 prisma.
 - Alcance de 250 m sem prisma.
 - Precisão linear de 3 mm + 2ppm.
 - Compensador no eixo vertical e horizontal.
 - Prumo a laser na alidade (Corpo da Estação Total).
 - Memória para 8.000 pontos com atributos ou 16.000 pontos de coordenadas.
 - Programa para coleta de dados, locação, cálculo de coordenadas, cálculo de área.

- **GNSS**
 - Modelo: Hiper (L1/L2)
 - Receptor Hiper L1/L2 integrado (receptor, antena e bateria numa única unidade).
 - Com 40 canais universais capaz de rastrear sinais de satélites GPS e GLONASS.
 - Precisão horizontal de 3 mm + 0,5 PPM.
 - Precisão vertical de 5mm + 0,5 PPM.
 - Possui 2 portas seriais e 1 porta USB e 1 para alimentação externa.
 - Bateria interna com autonomia de mais de 16 horas de trabalho contínuo.

4.3 – MÉTODOS DE COLETA DOS DADOS

Os levantamentos com GNSS foram realizados nos dias vinte e três de dezembro de dois mil e dezesseis, doze, e vinte e cinco de janeiro de dois mil e dezessete.

Os dados com a estação total foram coletados dia vinte e três de fevereiro de dois mil e dezessete.

- **Levantamento com GNSS:**

Para o levantamento dos dados de GNSS foi usado um par de antenas receptoras GNSS L1/L2, com máscara de corte de 15 graus, sendo uma Base e a outra Rover. Para a estação de referência ou base como é comumente descrita, instalou-se uma antena, sob um ponto de apoio, nivelada sob um tripé e uma base nivelante, onde a mesma ficou duzentos e quarenta minutos, rastreando as coordenadas do ponto, sendo este tempo de rastreamento classificado como posicionamento relativo estático (INCRA, 2010). A mesma foi instalada, na área sem vegetação alta, para não ter influência de multicaminhamento.

Para a coleta dos pontos de interesse GNSS, se utilizou o método classificado pela Norma Técnica do INCRA, e definido segundo Monico (2008), como posicionamento relativo estático rápido. Foi instalada a outra antena receptora sob cada uma das seis estacas, nivelada com um bipe e tiveram tempos de rastreamento de dez, vinte e trinta minutos.

Os pontos foram repetidos três vezes em datas diferentes, sendo todos com a mesma metodologia. O processamento dos dados foi realizado com a determinação da coordenada da base, tendo os dados brutos da antena pós processado pelo software Topcon Tools, fazendo a triangulação com as antenas da RBMC de Porto Alegre e Lages. Logo então foram processados no mesmo software os pontos de interesse, tendo como referência a base de duzentos e quarenta minutos.

- **Levantamento com Estação Total**

Para a coleta dos seis pontos alvos objeto deste estudo, foi criada uma poligonal apoiada, onde se implantou mais sete estacas de apoio que foram utilizadas na construção da poligonal. Os dados da estação foram determinados como corretos, por não apresentar influência de multicaminhamento.

Os dois pontos de apoio GNSS utilizados para saída e chega da estação, tiveram duzentos e quarenta minutos de rastreo, foram processados pelo software Topcon Tools, tendo como referência as antenas da RBMC de Lages e de Porto Alegre. Logo após os dados foram transformados para plano topográfico local através do software Topograph 98 SE. De posse das coordenadas precisas e locais dos dois pontos de apoio foi então realizado o levantamento dos pontos da poligonal.

Os pontos da poligonal foram salvos em um arquivo diretamente na própria estação total, descarregados em um micro computador e processados pelo software Topograph 98 SE, tendo assim como resultado final as coordenadas precisas para cada ponto de interesse.

- **Organização e Apresentação dos Dados**

Com os dados das coordenadas de GNSS em três tempos de rastreo, das três datas distintas e das coordenadas da estação total, as informações foram organizadas em tabelas e realizados os cálculos para determinar a diferença linear. Todos os dados foram trabalhados em coordenadas topográficas locais, porém mantendo a apresentação de UTM, ou seja, Norte e Este. Para a determinação da diferença linear de cada ponto, foram subtraídas as coordenadas do GNSS das coordenadas da estação total, formando assim um “delta N” e um “delta E”, e logo então calculado o erro linear para cada ponto nos diferentes dias de levantamento GNSS. Para finalizar e facilitar a visualização e análise dos resultados foi realizada a média aritmética dos erros lineares, tendo assim um erro único para cada ponto em cada tempo de coleta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As diferentes coberturas vegetais estão identificadas em cada ponto com a “E” para a área de cultivo de eucalipto, a letra “L” para a área limpa onde possui apenas cultivo de arroz e a letra “M” para a área com mata densa. Os dados de cada dia de levantamento com GNSS nos diferentes tempos de rastreo e comparados com a estação total, são expressos nas tabelas a baixo:

Tabela 01 – Comparação das coordenadas com 10 minutos de rastreo, obtidas no dia 23 de dezembro de 2016.

	Estação Total		GNSS dia 23/12/2016 - 10min		DIFERENÇAS		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,483	614262,081	0,009	-0,205	0,205
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,420	614272,528	0,099	-0,164	0,192
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,708	614255,113	0,007	-0,094	0,094
4 L	6762424,970	614212,546	6762425,016	614212,516	-0,046	0,030	0,055
5 M	6762304,505	614296,870	6762304,603	614296,384	-0,098	0,486	0,495
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,660	614305,960	-0,154	0,524	0,546

Fonte: O Autor.

Tabela 02 – Comparação das coordenadas com 10 minutos de rastreo, obtidas no dia 12 de janeiro de 2017.

	Estação Total		GNSS dia 12/01/2017 - 10min		DIFERENÇAS		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,417	614262,067	0,075	-0,191	0,205
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,432	614272,550	0,087	-0,186	0,206
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,663	614255,076	0,052	-0,057	0,077
4 L	6762424,970	614212,546	6762425,006	614212,439	-0,036	0,107	0,113
5 M	6762304,505	614296,870	6762305,155	614297,187	-0,650	-0,318	0,724
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,401	614305,700	0,105	0,784	0,791

Fonte: O Autor.

Tabela 03 – Comparação das coordenadas com 10 minutos de rastreo, obtidas no dia 25 de janeiro de 2017.

	Estação Total		GNSS dia 25/01/2017 - 10min		DIFERENÇAS		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,508	614260,999	-0,016	0,877	0,877
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,403	614272,543	0,116	-0,179	0,214
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,888	614254,938	-0,173	0,081	0,191
4 L	6762424,970	614212,546	6762424,995	614212,448	-0,025	0,098	0,101
5 M	6762304,505	614296,870	6762304,433	614297,376	0,072	-0,507	0,512
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,448	614306,316	0,058	0,168	0,178

Fonte: O Autor.

Nos dados coletados com tempo de rastreo igual a 10 minutos, observa-se uma variação entre os erros lineares dos mesmos pontos para cada dia de coleta, na tabela 01 ao se comparar com o erro máximo exigido, de 0,50 m, pode-se

observar que o ponto 6 M coletado na área de mata densa, estaria fora do padrão. Já na tabela 02 observa-se que os pontos 5 M e 6 M estão fora do padrão e na tabela 03 os pontos 1 E coletado em área com Eucalipto e o ponto 5 M estariam fora do padrão.

Tabela 04 – Comparação das coordenadas com 20 minutos de rastreo, obtidas no dia 23 de dezembro de 2016.

	Estação Total		GNSS dia 23/12/2016 - 20min		DIFERENÇAS (m)		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,475	614262,067	0,017	-0,191	0,192
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,425	614272,515	0,094	-0,151	0,178
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,706	614255,115	0,009	-0,096	0,097
4 L	6762424,970	614212,546	6762425,021	614212,519	-0,051	0,027	0,058
5 M	6762304,505	614296,870	6762304,493	614296,564	0,012	0,306	0,306
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,519	614306,883	-0,013	-0,399	0,399

Fonte: O Autor.

Tabela 05 – Comparação das coordenadas com 20 minutos de rastreo, obtidas no dia 12 de janeiro de 2017.

	Estação Total		GNSS dia 12/01/2017 - 20min		DIFERENÇAS		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,187	614261,874	0,305	0,002	0,305
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,431	614272,770	0,088	-0,406	0,416
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,660	614255,062	0,055	-0,043	0,070
4 L	6762424,970	614212,546	6762425,006	614212,436	-0,036	0,110	0,116
5 M	6762304,505	614296,870	6762304,435	614296,550	0,070	0,319	0,327
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,028	614305,658	0,478	0,826	0,955

Fonte: O Autor.

Tabela 06 – Comparação das coordenadas com 10 minutos de rastreo, obtidas no dia 25 de janeiro de 2017.

	Estação Total		GNSS dia 25/01/2017 - 20min		DIFERENÇAS		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,416	614262,066	0,076	-0,190	0,205
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,413	614272,543	0,106	-0,179	0,208
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,729	614254,894	-0,014	0,125	0,126
4 L	6762424,970	614212,546	6762424,990	614212,443	-0,020	0,103	0,105

5 M	6762304,505	614296,870	6762304,365	614295,979	0,140	0,890	0,901
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,399	614306,133	0,107	0,351	0,367

Fonte: O Autor.

Quando se aumentou o tempo de rastreamento para 20 minutos observa-se novas mudanças, sendo que na tabela 04 não se obteve nenhum ponto com erro linear superior a 0,50 metros, mostrando uma eficiência quando se deixou o GNSS coletar mais informações sobre aquela posição. Já na tabela 05 uma variação foi detectada no ponto 6 M, ponto este que está localizado na área de mata densa, sofrendo interferência de sinal, o mesmo ocorreu com o ponto 5 M demonstrado na tabela 06.

Tabela 07 – Comparação das coordenadas com 30 minutos de rastreamento, obtidas no dia 23 de dezembro de 2016.

	Estação Total		GNSS dia 23/12/2016 - 30min		DIFERENÇAS		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,475	614262,068	0,017	-0,192	0,193
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,423	614272,517	0,096	-0,153	0,181
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,704	614255,117	0,011	-0,098	0,099
4 L	6762424,970	614212,546	6762425,020	614212,519	-0,050	0,027	0,057
5 M	6762304,505	614296,870	6762304,477	614296,563	0,028	0,307	0,308
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,367	614306,296	0,139	0,188	0,234

Fonte: O Autor.

Tabela 08 – Comparação das coordenadas com 30 minutos de rastreamento, obtidas no dia 12 de janeiro de 2017.

	Estação Total		GNSS dia 12/01/2017 - 30min		DIFERENÇAS		LINEAR
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Metros
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,418	614262,064	0,074	-0,188	0,202
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,428	614272,534	0,091	-0,170	0,193
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,659	614255,059	0,056	-0,040	0,069
4 L	6762424,970	614212,546	6762425,006	614212,435	-0,036	0,111	0,117
5 M	6762304,505	614296,870	6762304,528	614296,368	-0,023	0,502	0,502
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,587	614305,791	-0,081	0,693	0,698

Fonte: O Autor.

Tabela 09 – Comparação das coordenadas com 30 minutos de rastreamento, obtidas no dia 25 de janeiro de 2017.

	Estação Total	GNSS dia 25/01/2017 -	DIFERENÇAS	LINEAR
--	---------------	-----------------------	------------	--------

			30min				Metros
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	
1 E	6762590,492	614261,876	6762590,419	614262,063	0,073	-0,187	0,201
2 E	6762578,519	614272,364	6762578,489	614272,496	0,030	-0,132	0,136
3 L	6762488,715	614255,019	6762488,646	614255,055	0,069	-0,036	0,078
4 L	6762424,970	614212,546	6762424,990	614212,442	-0,020	0,104	0,106
5 M	6762304,505	614296,870	6762304,432	614296,548	0,073	0,322	0,330
6 M	6762295,506	614306,484	6762295,401	614306,136	0,105	0,348	0,364

Fonte: O Autor.

Ao aumentar o tempo de rastreamento para os 30 minutos os dados apresentaram resultados mais satisfatórios sendo que somente os pontos 5M e 6 M da tabela 08, pontos coletados no dia 12 de janeiro de 2017, que apresentaram um erro linear fora do padrão.

Os dados da tabela 07 vem de encontro com os da tabela 04, onde se teve tempo de coleta de 20 minutos, então devemos atribuir a esta análise o fato de ambas informações serem do mesmo dia de coleta, sendo assim podemos considerar que tal melhora esta vinculada a uma melhor geometria dos satélites, quando comparadas com as dos outros dois dias de levantamento.

Para melhor analisar e visualizar as informações a cima, foi feita uma média aritmética dos erros lineares para cada ponto em cada tempo de rastreamento e apresentados na tabela a baixo:

Tabela 10 – Média dos erros lineares.

Média dos Erros Lineares por Tempo em cada Ponto			
Pontos	10 min	20 min	30 min
1 E	0,429	0,234	0,199
2 E	0,204	0,267	0,170
3 L	0,121	0,097	0,082
4 L	0,090	0,093	0,093
5 M	0,577	0,511	0,380
6 M	0,505	0,574	0,432

Fonte: O Autor.

A tabela 10 traz uma média dos erros lineares dos diferentes dias de coleta, trazendo assim o comportamento das informações coletados, o qual demonstra

que os pontos 5 M e 6 M apresentam um erro maior do que os demais. Podendo este ser atribuído ao multicaminhamento provocado pela refletância do sinal nas copas das árvores, sendo que estes pontos estão em meio a mata densa. Observa-se que ao aumentar o tempo de rastreo para 30 minutos o erro cai para menos de 0,50 metros se enquadrando dentro do padrão desejado.

Os demais pontos se apresentam dentro do padrão estipulado, porém pode se observa que os pontos em meio ao cultivo de eucalipto (1 E e 2 E) apresentam um erro linear maior que os pontos 3 L e 4 L que estão em área limpa, de cultivo de arroz, isso demonstra novamente o multicaminhamento provocado pelo desvio de sinal nas copas das árvores. Observa-se ainda o mesmo padrão de diminuição do erro quando se aumenta o tempo de rastreo.

Notou-se claramente um aumento do erro linear ao se comparar a área limpa, sem cobertura, onde se tinha apenas cultivo de arroz, com as áreas com cobertura vegetal, sendo que a área que apresentou menos erro foi à área limpa, seguido da área com cultivo de eucalipto e a com maior erro então a área de mata densa. Como todos os métodos de coleta e processamento dos dados foram exatamente iguais, atribui-se o erro ao multicaminhamento.

Outra observação a ser feita foi o fato de ao aumentar o tempo de rastreo, notavelmente o erro diminuiu em todos os pontos, porém sendo com maior expressão nas áreas com cobertura vegetal.

Recomenda-se então principalmente em área de mata densa que o levantamento de vértices definidores de áreas seja realizado com estação total. O erro encontrado apesar de não ser aceito para o georreferenciamento de imóveis, pode ser considerável aceitável para outras finalidades, como inventários florestais, posicionamento de pomares e outras atividades que visem apenas a localização aproximada.

6. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos nesta pesquisa podemos concluir que o uso de aparelhos GNSS não são aconselháveis em áreas com mata densa, devendo assim fazer uso da estação total.

Em áreas com cobertura de mata não densa, ou áreas de cultivos de árvores, pode-se fazer o uso de aparelhos GNSS, desde que seja realizado um maior tempo de rastreamento, sendo aconselháveis 30 minutos ou mais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Krueger, C, P.; Freiburger Jr, J.; Nardez, N. N. *Georreferenciamento com o Navstar-GPS em Áreas Florestais*. In: COBRAC, 2006. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC: Florianópolis, outubro 15 a 19, 2006.

Monico, J. F. G. *Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações*. 2 ed. Ed. UNESP, São Paulo, 2008, 476p.

Monico, J. F. G. *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações*. Ed. UNESP, São Paulo, 2000, 287p.

Gonçalves, J. A.; Madeira, J.; Sousa, J.J. *TOPOGRAFIA: Conceitos e Aplicações*. 3.^a ed. Ed. Lidel, Lisboa, 2012, 353p.

Silva, I.; Segantine, C.L. *TOPOGRAFIA para engenharia: Teoria e Prática de Geomática*. Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2015, 411p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA).

Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais. 2^a

Edição/Revisada, setembro de 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA).

Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais. 3^a

Edição/Revisada, Brasília 2013.