

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA FLORESTAL**

ADILSON JOSÉ NOVACHAELLEY

**AVALIAÇÃO DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS E
ALTIMÉTRICAS COM USO DE ESTAÇÃO TOTAL E RECEPTORES
GNSS NO INTERIOR DE FLORESTAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2013

ADILSON JOSÉ NOVACHAELLEY

**AVALIAÇÃO DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS E
ALTIMÉTRICAS COM USO DE ESTAÇÃO TOTAL E RECEPTORES
GNSS NO INTERIOR DE FLORESTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de TCC II, do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof^a Dr.^a Maria Madalena S. S. Sklarski

**DOIS VIZINHOS
2013**

N935a Novachaelley, Adilson José.

Avaliação de coordenadas planimétricas e altimétricas com uso de estação total e receptores GNSS no interior de florestas / Adilson José Novachaelley – Dois Vizinhos :[s.n], 2013.

56f.:il.

Orientadora: Maria Madalena S.S.Sklarski

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2013.

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS E ALTIMÉTRICAS COM USO DE ESTAÇÃO TOTAL E RECEPTORES GNSS NO INTERIOR DE FLORESTAS

por

ADILSON JOSÉ NOVACHAELLEY

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 03 de abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^ª Dr.^ª Maria Madalena S. S. Sklarski
(Orientadora)

Prof^ª Dr.^ª Fabiani Miranda
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Mosar Faria Botelho
Membro titular (UTFPR)

Prof^ª Dr.^ª. Paola Regina Dalcanal
Membro suplente (UTFPR)

Prof^ª MSc. Alyne Raminelli Siguel
Membro suplente (UTFPR)

AGRADECIMENTOS

A Dr^a Maria Madalena Santos Silva Sklarski por todo apoio, paciência e dedicação durante maior parte da graduação, possibilitando e incentivando a realização do presente trabalho e diversas atividades de pesquisa e monitoria.

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal da UTFPR – Dois Vizinhos que de alguma forma colaboraram para a produção deste estudo.

Aos amigos que de alguma forma auxiliaram no levantamento de campo e elaboração da parte escrita, especialmente aos colegas Ana Paula Marques Martins, Raquel Rossi Ribeiro, Tiago Luis Habitzreiter, Mauricio de Souza, Alexandre Luis Alegretti, Nilson Marcos Balin, Gilvanei Candiotto, Ludian Carlos Vitorelo e Matheus de Oliveira Peres.

Aos colegas de profissão do Corpo de Bombeiros do Paraná Cabo Lourival Alves, Cabo Cezar Henrique Hellmann (*In memoriam*), Soldado Elias Aparecido dos Santos e muitos outros, que por diversas vezes efetuaram permuta na escala de serviço, permitindo que pudessem ser realizadas minhas atividades acadêmicas.

A meus pais Ondina e Paulo, irmãos Adriano, João Paulo e Diana, pelo apoio, carinho e atenção dedicados durante toda a graduação e elaboração deste trabalho.

RESUMO

NOVACHAELLEY, Adilson J. **Avaliação de coordenadas planimétricas e altimétricas com uso de estação total e receptores GNSS no interior de florestas**. 56 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

Atualmente várias tecnologias são empregadas nos trabalhos topográficos para definições de coordenadas planialtimétricas. O uso dessas tecnologias proporciona ao profissional economia de tempo e recursos financeiros, facilidades em operações de campo, automatização de operações morosas, caras e que nem sempre atingiam a qualidade desejada. Nesse sentido, o sistema GNSS (*Global Navigation Satellite System* – Sistema de navegação global por satélites), vem facilitando cada vez mais os processos para obtenção de coordenadas, que podem ser utilizadas para confecção de mapas, mensuração de áreas e altimetria do terreno. Cuidados devem ser tomados para coleta dos dados, principalmente em áreas com coberturas vegetais mais densas, onde há interrupção dos sinais causando degradação dos mesmos. O seu uso aliado a outros equipamentos, como estações totais, facilitam os serviços de campo, obtendo-se dados confiáveis para produção de mapas. Para execução do presente trabalho foram avaliadas as coordenadas obtidas em três áreas com coberturas vegetais diferenciadas: área de campo aberto, plantio de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* e Floresta Estacional Semidecidual, sendo realizadas coletas de dados com uso de receptor GNSS em alturas diferenciadas, comparando-se esses resultados com os dados obtidos através de transporte de coordenadas com uso de estação total. Observou-se que em levantamentos onde há cobertura florestal houveram variações nos valores das coordenadas obtidas com receptor GNSS se comparados as coordenadas transportadas com estação total. Também observou-se melhoria na qualidade posicional quando a antena do receptor GNSS foi elevada no interior de Floresta Estacional Semidecidual. Para coordenadas coletadas no interior do plantio *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* não observou-se melhoria na qualidade das coordenadas, quando houve a elevação da antena, devido principalmente ação do vento no bastão extensível utilizado durante o levantamento.

Palavras chave: Levantamentos florestais. Sistema de Posicionamento Global. Estação total. Planialtimetria.

ABSTRACT

NOVACHAELLEY, Adilson J. **Evaluation of planimetric and altimetric coordinates using total station and GNSS receivers inside the forests.** 56 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

Currently various technologies are employed in the work for topographic settings planialtimetric coordinates. The use of these technologies provides the professional saving time and financial resources, facilities in field operations, automating operations lengthy, expensive and not always reached the desired quality. In this sense, the GNSS (*Global Navigation Satellite System - Global navigation satellites*), is increasingly facilitating the processes for obtaining coordinates, which can be used for mapping, measuring areas and altimetry terrain. Care should be taken to collect the data, especially in areas with denser vegetation cover, where there is disruption of signals causing their degradation. Its use together with other equipment such as total stations, facilitate field services, obtaining reliable data for map production. To implement this work we evaluate the coordinates obtained in three areas with different vegetation covers: the open area, *Pinus spp.* and *Eucalyptus spp.* and semideciduous forest, being carried out data collection with the use of GNSS receiver at different heights, comparing these results with data obtained from transport coordinates using total station. It was observed that in forest surveys where there is coverage there were variations in the values of the coordinates obtained from the GNSS receiver coordinates transported compared with the total station. Also observed improvement in positional quality when the receiver antenna GNSS was high inside semideciduous forest. For coordinates collected inside the planting *Pinus spp.* and *Eucalyptus spp.* there was no improvement in the quality of the coordinates, when there was the elevation of the antenna, mainly due to wind action extendable baton used during the survey.

Keywords: Forest surveys. Global Positioning System. Total station. Topographic maps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de coordenadas cartesianas associado ao sistema global	11
Figura 2 - Posicionamento relativo estático	15
Figura 3 – Formas de multicaminho	16
Figura 4 - Estação Total FOIF® modelo OTS685(L).....	18
Figura 5 - Receptor GNSS Topográfico modelo TechGeo® modelo GTR-A BT.....	23
Figura 6 – Fluxograma de ações.....	24
Figura 7 – Forma de Marco Geodésico Modelo A	25
Figura 8 – Localização das áreas de estudo.....	26
Figura 9 – Tripé e bastão de 3,00 m.....	28
Figura 10 – Bastão extensível de 8,00 m.....	28
Figura 11 – Croqui de transporte de coordenadas.....	30
Figura 12 – Visão do céu proporcionada por copa em floresta de <i>Eucalyptus spp.</i>	38
Figura 13 – Visão do céu proporcionada por copa em floresta de <i>Pinus spp.</i>	38
Figura 14 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 5 – <i>Pinus spp.</i> Altura da antena: 1,5 m	39
Figura 15 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 2 – <i>Eucalyptus spp.</i> Altura da antena: 1,5 m.....	40
Figura 16 – Característica paisagística floresta de <i>Eucalyptus spp.</i>	42
Figura 17 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 2 – <i>Eucalyptus spp.</i> Altura da antena: 8,0 m.....	43
Figura 18 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 3 – <i>Pinus spp.</i> Altura da antena: 8,0 m	43
Figura 19 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 2 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 1,50 m	46
Figura 20 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 5 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 1,50 m	47
Figura 21 – Rastreio de pontos com antena elevada através de bastão extensível em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração.....	49
Figura 22 – Característica paisagística da Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração	50
Figura 23 – Localização da antena no Ponto 6 – Altura a 5,60 m em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração	51
Figura 24 – Localização da antena no Ponto 7 – Altura a 5,60 m em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração	51
Figura 25 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 5 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 6,81 m	52
Figura 26 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 6 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 5,60 m	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
1.3 HIPÓTESE	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 SISTEMA DE REFERÊNCIA	11
2.2 SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO – SIRGAS2000	12
2.3 COORDENADAS UTM	12
2.4 LEVANTAMENTOS ALTIMÉTRICOS	13
2.5 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL	13
2.5.1 Técnicas de Levantamento com Receptores GNSS	14
2.5.2 Levantamentos Estáticos com Receptores GNSS	15
2.5.3 Multicaminho	16
2.5.4 Perdas de Ciclo	16
2.6 ESTAÇÃO TOTAL	17
2.6.1 Levantamentos com Estações Totais	19
2.7 EXATIDÃO, PRECISÃO E ACURÁCIA	19
2.8 ERROS	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
3.2 EQUIPAMENTOS	22
3.3 METODOLOGIA DE TRABALHO	24
3.4 MATERIALIZAÇÃO E DETERMINAÇÃO DAS COORDENADAS GEODÉSICAS DO MARCO BASE	25
3.5 MATERIALIZAÇÃO DE VÉRTICES DAS POLIGONAIS	26
3.6 LEVANTAMENTO DE COORDENADAS DAS ÁREAS DE ESTUDO COM RECEPTORES GNSS	27
3.7 COLETA DE DADOS DE CAMPO UTILIZANDO ESTAÇÃO TOTAL	30
3.7.1 Levantamento de coordenadas de ponto para orientação de estação total	31
3.7.2 Transporte de coordenadas utilizando estação total	31
3.8 PROCESSAMENTO DOS DADOS	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1 COORDENADAS PONTO BASE E PONTO RÉ	33
4.2 LEVANTAMENTOS DE COORDENADAS EM CAMPO SEM FLORESTA	34
4.3 LEVANTAMENTOS DE COORDENADAS PLANTIO COMERCIAL DE <i>Pinus</i> spp. e <i>Eucalyptus</i> spp.	35
4.3.1 Levantamento de coordenadas em plantio comercial de <i>Pinus</i> spp. e <i>Eucalyptus</i> spp., com altura da antena a 1,50 m	36
4.3.2 Levantamento de coordenadas em plantio comercial de <i>Pinus</i> spp. e <i>Eucalyptus</i> spp., com altura da antena a 8,00 m	40
4.4 LEVANTAMENTOS DE COORDENADAS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL	44
4.4.1 Levantamento de coordenadas em Floresta Estacional Semidecidual, com altura da antena a 1,50 m	44
4.4.2 Levantamento de coordenadas em Floresta Estacional Semidecidual, com altura da antena a 5,60 e 6,81 m	48
5 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento das características do terreno é fundamental para o desenvolvimento de qualquer projeto de engenharia que envolva implantação de obras, atividades de agricultura, pecuária e florestal. Mais especificamente para implantação de projetos florestais, um mapeamento auxilia o profissional no planejamento de estradas, talhões, aceiros, bem como respeito às normas ambientais (proteção de reservas legais e áreas de proteção permanente).

Para mapeamento que necessite de um levantamento detalhado do terreno é importante que sejam definidas as posições de cada elemento da paisagem. Segundo Monico (2008, p. 29) o posicionamento de um objeto envolve a atribuição de coordenadas ao mesmo, e através dessa atribuição pode-se elaborar mapas, sistemas de informação geográfica, plantas altimétricas, modelos digitais do terreno entre outros produtos.

Métodos modernos para obtenção de coordenadas utilizam equipamentos como estações totais, fotogrametria e o *Global Navigation Satellite System* - GNSS (MCCORMAC, 2007, p. 01). A utilização dessas novas tecnologias aliadas ao uso de programas específicos, além de facilitar os trabalhos de campo e de escritório, também melhoram significativamente a acurácia (grau de concordância entre o valor medido e uma medida considerada verdadeira ou com melhor qualidade) das medições, pois sofrem menos interferência dos erros causados por condições do ambiente e também dos erros causados por interferência humana. Porém, mesmo assim deve-se escolher equipamentos e métodos adequados para cada levantamento, pois cada serviço tem características diferentes exigindo maior ou menor grau de acurácia nos valores de coordenadas planialtimétricas.

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo a comparação de duas técnicas para obtenção de coordenadas: uma através do uso de receptores GNSS; e outra através do transporte de coordenadas com estação total, observando durante a execução dos serviços a qualidade das informações provenientes dos dois aparelhos.

1.1. JUSTIFICATIVA

O Engenheiro Florestal deve preocupar-se cada vez mais com a qualidade de informações em seus levantamentos para utilização do terreno, visando uma melhor gestão e preservação de recursos. Deve-se destacar também, que o profissional tem que otimizar seus projetos, utilizando novas tecnologias, economizando tempo e recursos financeiros.

Tendo esses aspectos em vista, o presente trabalho visa a obtenção de coordenadas planialtimétricas em áreas com florestas, utilizando técnica de elevação da altura da antena de receptor GNSS, observando a acurácia do método.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Realizar posicionamento de vértices de poligonais em áreas com florestas, através da obtenção de coordenadas com receptores GNSS, e do transporte de coordenadas utilizando estação total. Com isso será feita a comparação das coordenadas obtidas através do uso dos dois aparelhos, verificando a acurácia das informações obtidas com receptor GNSS.

1.2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos cita-se:

- Verificar as dificuldades encontradas na utilização de cada equipamento;

- Observar a qualidade de dados coletados com receptores GNSS em áreas com características paisagísticas diferentes, analisando possíveis interferências que esses dados possam causar na obtenção de coordenadas;
- Implantar e determinar as coordenadas geodésicas de um ponto de referência na área da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos;
- Obter coordenadas de vértices de poligonais em área com campo aberto e floresta, com uso de receptores GNSS;
- Realizar o transporte de coordenadas de um ponto base até os vértices de poligonais das áreas de estudo com uso de estação total;
- Comparar os dados dos receptores GNSS com os da estação total, para observação da acurácia das coordenadas obtidas com receptores GNSS;
- Verificar se o procedimento de elevação de altura de antena do receptor GNSS é adequado para obtenção de coordenadas em áreas com florestas, de acordo com a norma do INCRA para georreferenciamento de imóveis rurais.

1.3. HIPÓTESE

Se efeitos da vegetação forem eliminados ou diminuídos, através do uso de haste prolongável, as coordenadas planimétricas e altimétricas poderão ser obtidas com maior acuracidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SISTEMA DE REFERÊNCIA

Um sistema de referência pode ser global, quando sua origem é geocêntrica, como por exemplo no SIRGAS 2000. Quando a origem do sistema é obtida por orientações topocêntricas em um determinado Datum (SAD69, Chuá e Hayford-Córrego Alegre), o sistema será regional ou local. (ZANETTI, 2006, p. 7)

Associando-se um sistema de coordenadas cartesianas a um sistema global obtém-se um sistema de coordenadas cartesianas espaciais X, Y, Z, geocêntrico e fixo a Terra. (ZANETTI, 2006, p. 7).

A figura 1 adaptada de Zanetti, (2006, p. 8) demonstra essa associação.

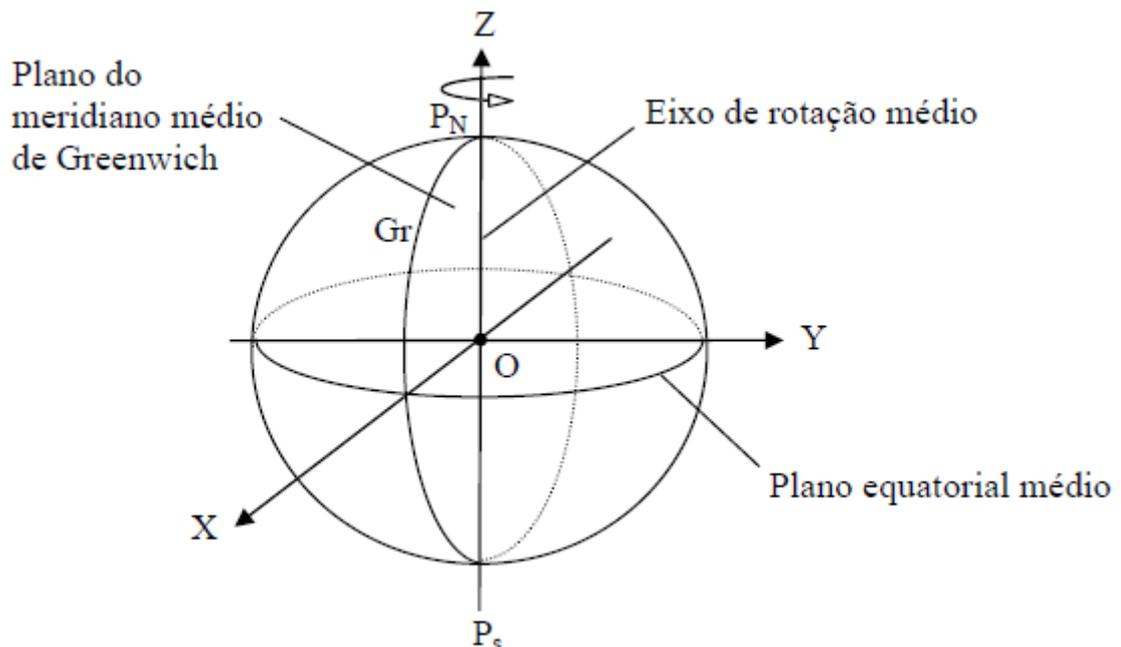


Figura 1 – Sistema de coordenadas cartesianas associado ao sistema global
Fonte: Adaptado de Zanetti, (2006, p. 8).

2.2. SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO – SIRGAS2000

Em 2005, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estabeleceu o SIRGAS, realizado no ano 2000, como sendo o novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Isso garante a qualidade de levantamentos GNSS, pois o sistema geocêntrico é compatível com precisão de métodos e técnicas atuais e também com sistemas adotados por outros países. (ZANETTI, 2006, p. 26)

Segundo Cida o SIRGAS2000 apresenta as seguintes características:

- a) Definições de base: as do ITRS.
- b) Figura geométrica para a Terra: Elipsóide do GRS80 com $a = 6.378.137$ m, $f = 1/298,257222101$.
- c) Origem: centro de massa da Terra.
- d) Orientação: pólos e meridiano de referência consistentes em $\pm 0,005''$ com as direções definidas pelo então BIH (*Bureau International de l'Heure*) em 1984,0.
- e) Estações de Referência: as 21 estações da rede continental SIRGAS, estabelecidas no Brasil e a estação SMAR, pertencente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo GPS (RBMC), cujas coordenadas estão disponíveis no endereço [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) .
- f) Época de referência: 2000,4.
- g) Materialização: estabelecida por meio de todas as estações que compõem a Rede geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência.
- h) Velocidades das estações: em aplicações científicas, para atualizar as coordenadas de uma estação da época de referência 2000,4 para outra época e vice-versa, deve-se utilizar o campo de velocidades disponibilizado para a América do Sul, no endereço [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), devido a variações provocadas pelo deslocamento da placa tectônica da América do Sul.
- i) Referencial altimétrico: coincide com a superfície equipotencial do campo da gravidade da Terra que contém o nível médio do mar definido pelas observações maregráficas tomadas no porto de Imbituba, no litoral de Santa Catarina, de 1949 a 1957. (ZANETTI, 2006, p. 26)

2.3. COORDENADAS UTM

O sistema UTM é utilizado para diversas aplicações. É um sistema de projeção que usa medida de coordenadas linear em metros, o que facilita a determinação das grandezas geométricas (distância, ângulo e área) em um projeto. Nesse sistema a terra é subdividida em 60 fusos de 6° de amplitude em longitude.

Cada fuso adota um par de eixos como referencial. O meridiano central de cada fuso é tomado para medir as abscissas que normalmente são representadas pela letra E. Para as ordenadas, o equador é tomado como referência. Adotou-se para o meridiano central que a abscissa é $E=500.000$ m, e no equador para pontos localizados no hemisfério sul, as ordenadas $N=10.000.000$ m. O Brasil foi dividido em 8 fusos, ou sistemas de eixos coordenados. Ao se trabalhar com coordenadas UTM, deve-se verificar em qual fuso elas se encontram. (GRIPP, 2006, p. 316)

2.4. LEVANTAMENTOS ALTIMÉTRICOS

Levantamentos altimétricos visam obtenção de desníveis de pontos selecionados. Dentre os métodos para obtenção dos desníveis podemos citar o barométrico, geométrico e trigonométrico. A determinação de desníveis de precisão desenvolve-se na forma de circuitos, servindo por ramais as cidades, vilas e povoados as margens das mesmas e distantes até 20 km. Demais levantamentos poderão ser referenciados ao de alta precisão. O método geométrico é usado nos levantamentos altimétricos de alta precisão que se desenvolvem ao longo de rodovias e ferrovias. O nivelamento trigonométrico baseia-se em relações trigonométricas e é menos preciso que o geométrico. Já o nivelamento barométrico basei-se na relação inversa que existe entre pressão atmosférica e altitude. É o método de menor precisão. (GOMES, 2006, p. 4)

2.5. SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL

O sistema GPS (*Global Positioning System*) foi concebido para uso militar, porém a partir de 1983 teve início o seu uso para atividades na área da geodésia. Esse sistema foi declarado operacionalmente completo em março de 1994, com 21 satélites, mais três reserva. (FREIBERGER, 2006, p. 2)

O sistema está estruturado em três segmentos: espacial, de controle e de usuários. O segmento espacial é formado pelos 24 satélites citados anteriormente, que estão em uma órbita aproximada de 20.000 km da superfície da Terra, com períodos de 11 horas e 58 minutos. Segmento de controle é uma rede de estações que rastreia os satélites e monitora seus sinais. Uma das estações (*Colorado Springs – Master Control Station*) é responsável por analisar, processar, projetar efemérides, através dos dados das outras estações, e reenvia-los aos satélites para correção dos elementos orbitais e relógios, mantendo suas informações acuradas. (CARARO, 2006, p. 23)

O segmento de usuários consiste em todos os receptores GNSS que recebem e processam os sinais emitidos pelo segmento espacial, com finalidade básica de calcular posições. É um segmento “passivo”, pois não envia informações aos demais segmentos. (FRIEDMANN, 2009, p. 204).

Sistemas similares ao GPS foram criados, como o GLONASS (*Global Orbiting Navigation Satellite System*), desenvolvido pela antiga URSS e o sistema Galileo, desenvolvido pela Agência Espacial Européia, sendo seu primeiro satélite lançado em 2005. O conjunto desses sistemas tem sido chamados de GNSS (*Global Navigation Satellite System – Sistema Global de Navegação por Satélite*). (MONICO, 2008, p. 31).

2.5.1. Técnicas de Levantamento com Receptores GNSS

O posicionamento com receptores GNSS pode ser classificado segundo o número de aparelhos envolvidos no levantamento de dados. Posicionamentos absolutos contam com apenas um receptor, enquanto que o posicionamento relativo envolve o uso de dois ou mais receptores. O método absoluto pode se dividir ainda em estático e cinemático, e o posicionamento relativo pode ser estático, estático rápido, cinemático, stop and go e pseudocinemático. (SILVA, 2004, p. 45)

2.5.2. Levantamentos Estáticos com Receptores GNSS

Quando é utilizado um receptor GNSS, coletando dados em um ponto que sejam conhecidas suas coordenadas e outro aparelho é posicionado em um local que se queira determinar coordenadas, o método de levantamento utilizado é o posicionamento relativo estático. Nesse método as coordenadas são determinadas em relação a um referencial. (SILVA, 2004, p. 46)

Pode-se utilizar simultaneamente mais de dois receptores, rastreando sinais em múltiplos pontos. O método relativo estático proporciona observações mais acuradas, pois são obtidas diversas pseudodistâncias entre o receptor GNSS e o satélite. Cada nova observação proporciona um melhor posicionamento. (MCCORMAC, 2007, p. 252).

A maneira como o método é executado na prática pode ser observado na Figura 2.

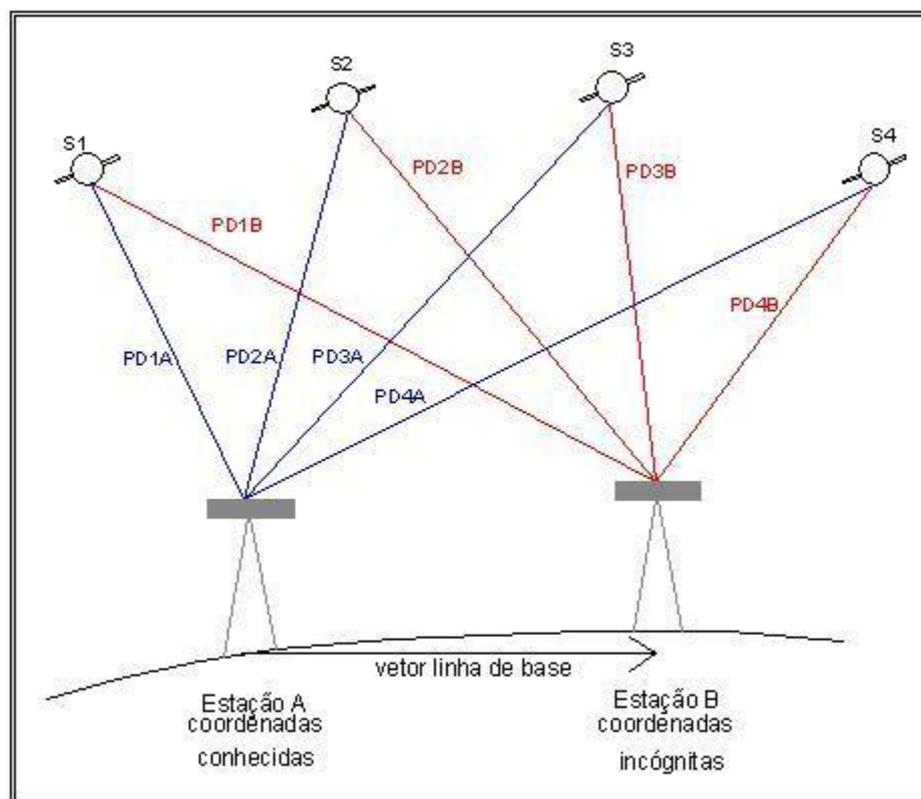


Figura 2 - Posicionamento relativo estático

Fonte: Adaptado de Krueger, 2006 (apud WERLICH, 2012, p. 2).

2.5.3. Multicaminho

A antena de um receptor GNSS recebe sinais diretos de satélites e também sinais provenientes de reflexões de superfícies próximas à antena. A reflexão causa um retardo nos sinais, podendo impedir que ambiguidades sejam resolvidas ou gerando uma solução errônea. As propriedades elétricas e físicas do ambiente onde a antena se encontra influenciam o multicaminho. (LEANDRO, 2009, p. 25)

As formas de multicaminho podem ser observadas na Figura 3.

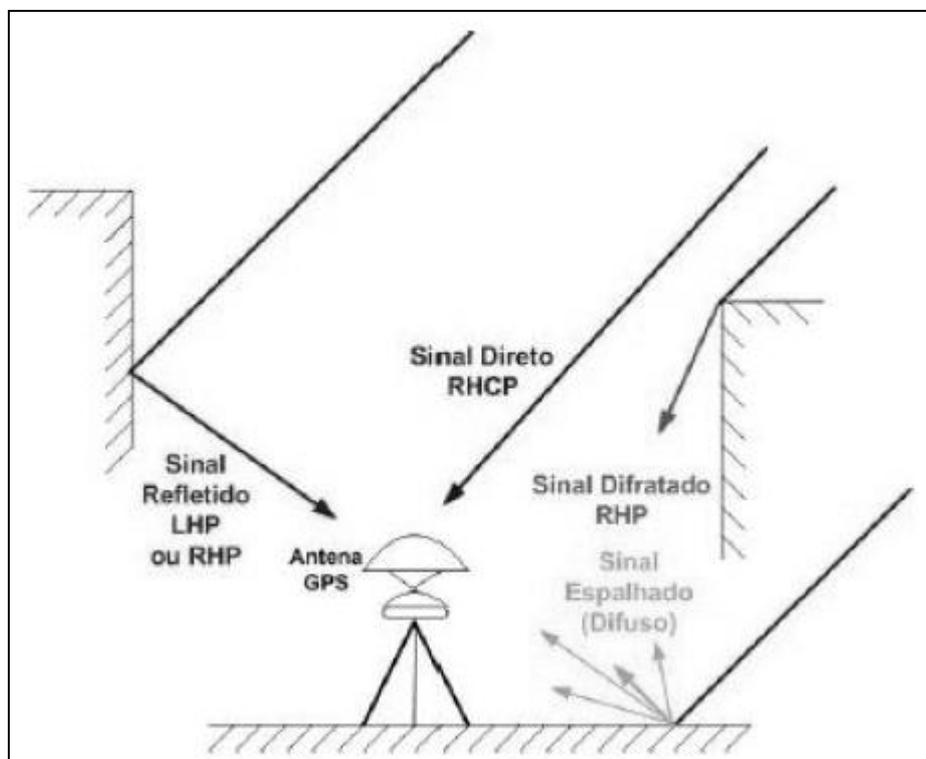


Figura 3 – Formas de multicaminho
 Fonte: Adaptado de Gonçalves e Walter (2005, p. 2).

2.5.4. Perdas de Ciclo

A perda de ciclos ocorre quando a recepção dos sinais de um satélite é interrompida. Monico (2008, p. 226), compartilha a ideia de perda de ciclo.

Quando um receptor é ligado, a parte fracionária da fase de batimento da onda portadora, isto é, a diferença entre a portadora recebida do satélite e sua réplica gerada no receptor é medida, e um contador de ciclos inteiros é inicializado. Durante o rastreamento, o contador é incrementado por um ciclo sempre que a fase de batimento muda de 2π para 0. Assim sendo, em um determinado instante, a fase observada será igual à soma da parte fracionária medida naquele instante com o número inteiro de ciclos contados desde o início do rastreamento. O número de ciclos inteiros entre o satélite e o receptor é desconhecido no início do levantamento. Esse número de ciclos inteiros é denominado ambiguidade. Se não ocorrer interrupção da contagem no número inteiro de ciclos durante o período de observação, ele permanece constante durante todo o período de rastreamento (MONICO, 2008, p. 226).

Em ambientes com ampla visão as medidas de fase são contínuas, porém essa realidade não ocorre na maioria dos levantamentos utilizando receptores GNSS. O bloqueio do sinal que acarreta uma perda na contagem do número inteiro de ciclos medidos no receptor é denominado perda de ciclo (*cycle slips*). Além do bloqueio do sinal, a aceleração da antena, variações bruscas de atmosfera, interferência de outras fontes de rádio e problemas com receptor e software, também podem causar a perda de ciclos. (MONICO, 2008, p. 227)

2.6. ESTAÇÃO TOTAL

Estação total consiste em um dispositivo que combina um teodolito eletrônico um medidor eletrônico de distância e um processador matemático. Com isso pode-se obter medidas angulares e lineares, e com esses dados pode-se calcular distâncias horizontais, elevações e coordenadas dos pontos visados. (MIRANDA, 2007, p. 11-12)

O uso de estações totais (Figura 4) agiliza as tarefas que eram anteriormente executadas com teodolitos, além de proporcionar melhor acurácia nas medições.



Figura 4 - Estação Total FOIF® modelo OTS685(L)
Fonte: Autor (2013).

A NBR 13.133/94 classifica as estações totais de acordo com o desvio padrão, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das estações totais

Classificação de Estações Totais	Desvio Padrão Precisão Angular	Desvio-Padrão Precisão Linear
1 – Precisão Baixa	$\leq \pm 30''$	$\pm (5 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$
2 – Precisão Média	$\leq \pm 07''$	$\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$
3 – Precisão Alta	$\leq \pm 02''$	$\pm (3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm} \times D)$

Nota: ppm = partes por milhão

D = distância medida em km

Fonte: Adaptação NBR 13.133 (ABNT, 1994, p. 7)

2.6.1. Levantamentos com Estações Totais

Mccormac, 2007 exemplifica como pode ser utilizada a estação total para levantamentos:

A estação total mede a distância inclinada do instrumento para o refletor e os ângulos vertical e horizontal. O microprocessador do instrumento calcula as componentes horizontais e verticais da distância inclinada. Além disso, o microprocessador, usando essas componentes calculadas e o azimute da linha, determina por trigonometria as componentes norte-sul e leste-oeste da linha e as coordenadas do novo ponto. Essas novas coordenadas são gravadas na memória.

Quando o instrumento é levado para o segundo ponto, o procedimento usado no primeiro ponto é repetido, exceto que o azimute de ré para o primeiro ponto e as coordenadas do segundo ponto não têm que ser introduzidos novamente. Eles são meramente chamados da memória do instrumento e, após isto, o próximo ponto é visado. Esse procedimento continua até que o profissional retorne para o ponto inicial ou para algum outro ponto cujas coordenadas são conhecidas. As coordenadas desse ponto final são comparadas com aquelas determinadas com a estação total. Se a diferença ou o erro de fechamento estão dentro de limites aceitáveis, são feitos ajustes proporcionais para os pontos intermediários para produzir as coordenadas finais.

Como parte de poligonais, pode-se obter cotas dos pontos. É necessário para tanto inserir a altura do instrumento e a altura do refletor. Então, quando o microprocessador calcular a componente vertical da distância inclinada, determinará a cota do próximo ponto. Como uma parte desse cálculo uma correção é feita para a curvatura da Terra e refração atmosférica. Quando o último ponto é atingido, a diferença entre sua cota e aquela determinada pelo instrumento (se dentro de determinados limites especificados) é ajustada ou distribuída entre os pontos intermediários. As cotas determinadas deste modo não são tão exatas como aquelas determinadas com níveis. (MCCORMAC, 2007, p. 159)

2.7. EXATIDÃO, PRECISÃO E ACURÁCIA

Mccormac (2007) nos traz uma definição sobre exatidão e precisão:

Exatidão refere-se à perfeição obtida nas medições. Ela denota o quanto uma dada medida está próxima do valor verdadeiro da quantidade.

Precisão é o grau de refinamento com que uma dada quantidade é medida. Em outras palavras, é a proximidade (dispersão) entre duas ou mais medidas. Se uma quantidade é medida diversas vezes, e os valores obtidos são muito próximos entre si, a precisão é considerada alta. Ou seja, denota o quanto uma dada medida está em torno da média das medidas obtidas.

Não se deduz necessariamente que melhor precisão significa melhor exatidão. (MCCORMAC, 2007, p. 14)

Ainda Gemael (1994), nas páginas 63 a 65, complementa:

Nos textos em língua inglesa ocorrem dois vocábulos, *accuracy* e *precision*, que apesar de aparentados não são sinônimos, e que traduziremos respectivamente por “acurácia” e “precisão”.

O termo “precisão” está vinculado apenas a efeitos aleatórios (à dispersão das observações) enquanto “acurácia” vincula-se a ambos, efeitos aleatórios e sistemáticos.

A precisão liga-se à “repetibilidade” de medidas sucessivas feitas em condições semelhantes pelo mesmo observador, sobre a mesma quantidade física; isto é, ao menor ou maior grau de “concordância” de tais medidas repetidas.

Monico (2008), também define a acurácia como “grau de concordância entre o valor medido de uma grandeza e o considerado verdadeiro ou de melhor qualidade. Envolve efeitos sistemáticos (tendência) e aleatórios (dispersão). (MONICO, 2008, p. 30)

Durante o desenvolvimento do presente trabalho, foi realizado o transporte de coordenadas com uso de estação total, para verificação da qualidade dos dados coletados com receptores GNSS. Ou seja, havia uma referência para avaliação da tendência dos resultados. Sendo assim optou-se por utilizar o termo acurácia para definir a qualidade dos dados observados com receptores GNSS. (MONICO, et al, 2009, p. 482)

2.8. ERROS

Medições mesmo que repetidas em condições supostamente idênticas, se fazem acompanhar de erros de medida, que podem ser atribuídos a causas humanas, imperfeição do equipamento ou influencia das condições ambientais. Erros grosseiros (na maioria das vezes ocasionados pelo operador) ocorrem devido a desatenção do observador como por exemplo anotações equivocadas em planilha. Esse tipo de erro deve ser eliminado ou ao menos detectar sua presença. Erros sistemáticos (geralmente causados pelo meio onde são feitas as observações, por exemplo temperatura, umidade do ar) produzidos por causas conhecidas podem ser evitados através de técnicas especiais de observação ou eliminados a posteriori mediante fórmulas fornecidas pela teoria. Erros acidentais ocorrem ora num ora noutro sentido e não podem ser vinculados a nenhuma causa conhecida. Tendem a se neutralizar quando o número de observações cresce. Antes do início de um

ajustamento devemos depurar as observações de todas as tendências sistemáticas.
(GEMAEL, 1994, p. 59-60)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Todas as poligonais levantadas foram instaladas em áreas no interior da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, localizada no município de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná, com latitude 25° 41' 40" S e longitude 53° 06'04" W, a uma altitude de aproximada de 470 m (IBGE, 1992).

3.2. EQUIPAMENTOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados os equipamentos: Estação Total FOIF® modelo OTS685(L), com precisão angular de 5" e de $\pm(2\text{mm}+2\text{ppm} \times D)$ na distância, classificada segundo a NBR 13.133, como sendo de média precisão. (ABNT, 1994, p. 7)

Também foram utilizados para o rastreamento de satélites um receptor GNSS Geodésico TechGeo® modelo GTR-G², 12 canais paralelos, portadoras L1/L2, para definição das coordenadas do ponto Base.

Para o rastreamento dos sinais de satélites nas áreas com campo e com cobertura florestal foram utilizados receptores GNSS Topográficos modelo TechGeo® modelo GTR-A BT (Figura 5), 12 canais paralelos, código C/A e portadora L1; ColetorBT® ambiente Microsoft® PocketPC® 2003, com *firmware* 2.20; *Software* GTR – *Processor*, versão 2.87.



Figura 5 - Receptor GNSS Topográfico modelo TechGeo® modelo GTR-A BT
Fonte: Autor (2013).

3.3. METODOLOGIA DE TRABALHO

O fluxograma da Figura 6 demonstra a metodologia utilizada para realização dos trabalhos de campo e processamento dos dados para posterior comparação dos mesmos.

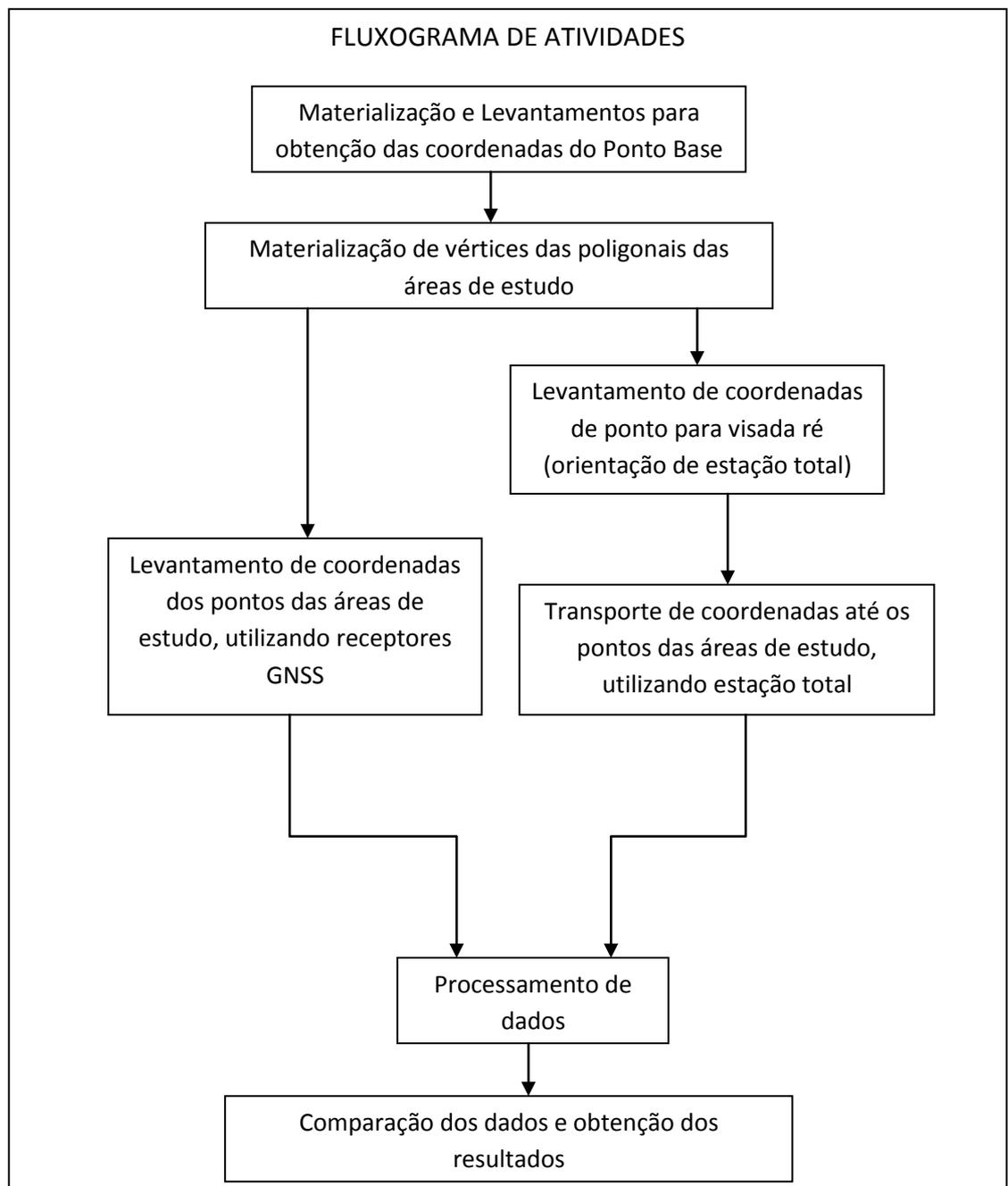


Figura 6 – Fluxograma de ações
Fonte: Autor (2013).

3.4. MATERIALIZAÇÃO E DETERMINAÇÃO DAS COORDENADAS GEODÉSICAS DO MARCO BASE

Foi monumentado um marco em formato de tronco de pirâmide no interior da UTFPR – Dois Vizinhos, nas proximidades do Laboratório de Fitossanidade. Foi utilizado o Modelo A (Figura 7), que conforme a Instrução Técnica do IBGE, possui base quadrangular de 30 cm de lado, topo quadrangular de 18 cm de lado e altura de 40 cm. Esse marco é implantado para finalidades de levantamentos planialtimétricos de alta precisão. (IBGE, 1988, p. 2).

Para obtenção das coordenadas desse marco foram realizadas coletas de dados nos dias 10, 11, 12 e 13 de abril de 2012, sendo utilizado receptor GNSS Geodésico no modo estático, seções de rastreamento com oito horas por dia. O pós processamento e ajustamento das coordenadas, foi realizado através do uso de dados provenientes das estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo de Guarapuava, Maringá e Chapecó.

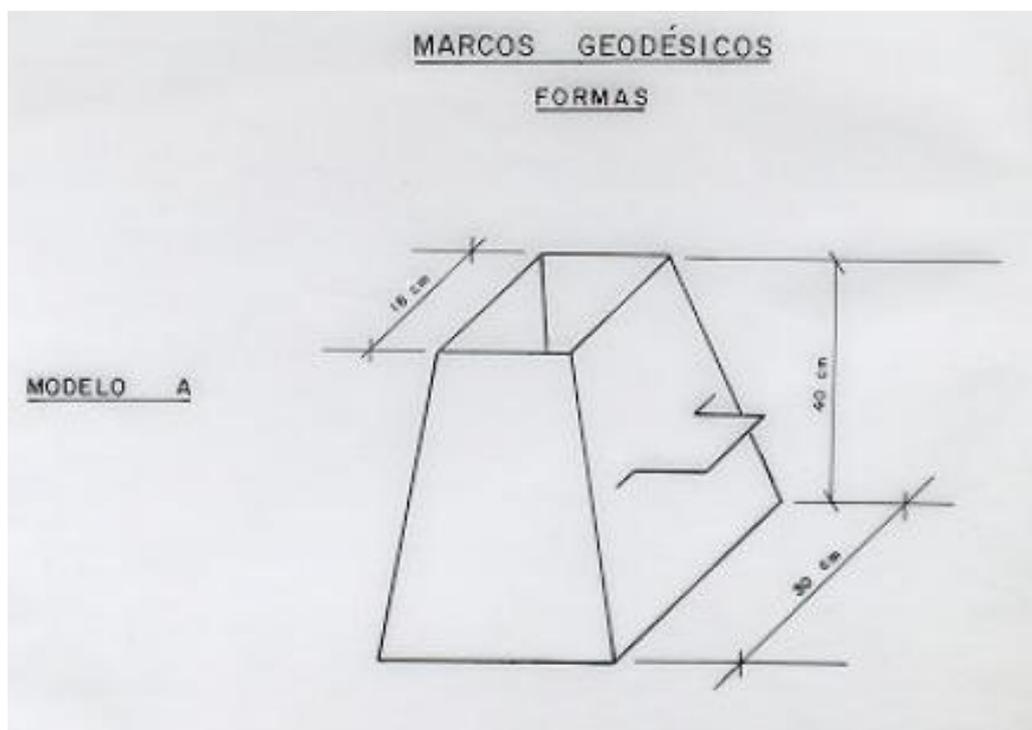


Figura 7 – Forma de Marco Geodésico Modelo A
Fonte: IBGE (1988).

3.5. MATERIALIZAÇÃO DE VÉRTICES DAS POLIGONAIS

A materialização dos vértices das poligonais em cada área estudada foi realizada através da utilização de estacas de madeira. Essa materialização foi necessária para a reocupação destes pontos com as duas metodologias propostas no trabalho.

As poligonais foram materializadas em locais que permitiam a comparação dos dados obtidos pelos dois aparelhos, sendo uma poligonal instalada em plantio comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*, uma em local sem cobertura florestal (campo) e uma no interior de Floresta Estacional Semidecidual, conforme indicado na Figura 8.



Figura 8 – Localização das áreas de estudo
Fonte: *Software Google earth*® (2013).

3.6. LEVANTAMENTO DE COORDENADAS DAS ÁREAS DE ESTUDO COM RECEPTORES GNSS

Com o receptor GNSS Topográfico modelo TechGeo[®] modelo GTR-A BT foram realizados rastreamentos de satélites com o método relativo estático, utilizando a portadora L1 de 12 épocas. Durante o levantamento uma das antenas ocupou um marco com coordenadas conhecidas, sendo este marco instalado no interior da UTFPR – Dois Vizinhos, denominado Base, e a outra antena realizou o rastreamento dos pontos das poligonais materializadas, realizando uma inicialização mínima de 10 minutos para resolução da ambiguidade, para posteriormente efetuar o levantamento dos pontos definidores dos vértices.

Para o levantamento no interior da Floresta Estacional Semidecidual e na Floresta de plantio comercial com *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*, foram realizadas duas seções de levantamentos em cada ponto. Sendo uma seção efetuada com altura da antena a 1,50 m em relação ao solo, e outra seção com altura da antena elevada para 5,60, 6,81 ou 8,00 m, para verificar a acurácia das coordenadas coletadas em diferentes alturas da antena. Para tanto foram utilizados tripé, bastão de 3,00 m (Figura 9) e bastão extensível de 8,00 m (Figura 10).

Neste trabalho foram utilizadas alturas diferenciadas da antena do receptor GNSS, devido ao fato de que a poligonal instalada em Floresta Estacional Semidecidual, encontra-se em local com estágio intermediário de regeneração, apresentando copa das árvores entre alturas de 6,00 a 8,00 m. O objetivo do estudo não foi ultrapassar o dossel da floresta, e sim apenas verificar se houve, com a elevação da altura da antena, melhor acurácia de coordenadas.



Figura 9 – Tripé e bastão de 3,00 m
Fonte: Autor (2013).



Figura 10 – Bastão extensível de 8,00 m
Fonte: Autor (2013).

O rastreo com receptores GNSS foi efetuado nas datas constantes no Quadro 1.

PONTO	DATA RASTREIO	TEMPO
PONTO 1 - CAMPO	24/01/2013	1 Hora
PONTO 2 - CAMPO	24/01/2013	1 Hora
PONTO 3 - CAMPO	24/01/2013	1 Hora
PONTO 1 – EUCALIPTO 1,50 m	15/01/2013	1 Hora
PONTO 2 – EUCALIPTO 1,50 m	17/01/2013	1 Hora
PONTO 3 – PINUS 1,50 m	17/01/2013	1 Hora
PONTO 4 – PINUS 1,50 m	17/01/2013	1 Hora
PONTO 5 – PINUS 1,50 m	15/01/2013	1 Hora
PONTO 6 – EUCALIPTO 1,50 m	15/01/2013	1 Hora
PONTO 7 – EUCALIPTO 1,50 m	15/01/2013	1 Hora
PONTO 1 – EUCALIPTO 8,00m	18/01/2013	1 Hora
PONTO 2 - EUCALIPTO 8,00 m	18/01/2013	1 Hora
PONTO 3 - PINUS 8,00 m	18/01/2013	1 Hora
PONTO 4 - PINUS 8,00 m	18/01/2013	1 Hora
PONTO 5 - PINUS 8,00 m	18/01/2013	1 Hora
PONTO 6 - EUCALIPTO 8,00 m	18/01/2013	1 Hora
PONTO 7 - EUCALIPTO 8,00 m	18/01/2013	1 Hora
PONTO 1 - FES 1,50 m	21/01/2013	1 Hora
PONTO 2 - FES 1,50 m	21/01/2013	1 Hora
PONTO 3 - FES 1,50 m	21/01/2013	1 Hora
PONTO 4 - FES 1,50 m	21/01/2013	1 Hora
PONTO 5 - FES 1,50 m	21/01/2013	1 Hora
PONTO 6 - FES 1,50 m	21/01/2013	1 Hora
PONTO 7 - FES 1,50 m	21/01/2013	1 Hora
PONTO 1 - FES 6,81 m	23/01/2013	1 Hora
PONTO 2 – FES 6,81 m	23/01/2013	1 Hora
PONTO 3 – FES 5,60 m	23/01/2013	1 Hora
PONTO 4 – FES 5,60 m	23/01/2013	1 Hora
PONTO 5 – FES 6,81 m	23/01/2013	1 Hora
PONTO 6 – FES 5,60 m	23/01/2013	1 Hora
PONTO 7 – FES 5,60 m	23/01/2013	1 Hora

Quadro 1 – Data e tempo de rastreo efetuado com receptores GNSS em cada ponto

Fonte: Autor (2013).

3.7. COLETA DE DADOS DE CAMPO UTILIZANDO ESTAÇÃO TOTAL

Para definição de coordenadas que serviram para comparação dos dados de receptores GNSS, foi utilizado o método de transporte de coordenadas utilizando estação total. Para esta metodologia, são necessários dois marcos com coordenadas conhecidas, sendo que em um deles o equipamento é instalado e no outro é feita a visada a ré. Em função destes dois pontos é calculado o azimute que proporciona a orientação do levantamento em relação ao ponto Norte verdadeiro. O croqui do transporte de coordenadas, com localização do Ponto Base e do Ponto Ré, podem ser observados na Figura 11.

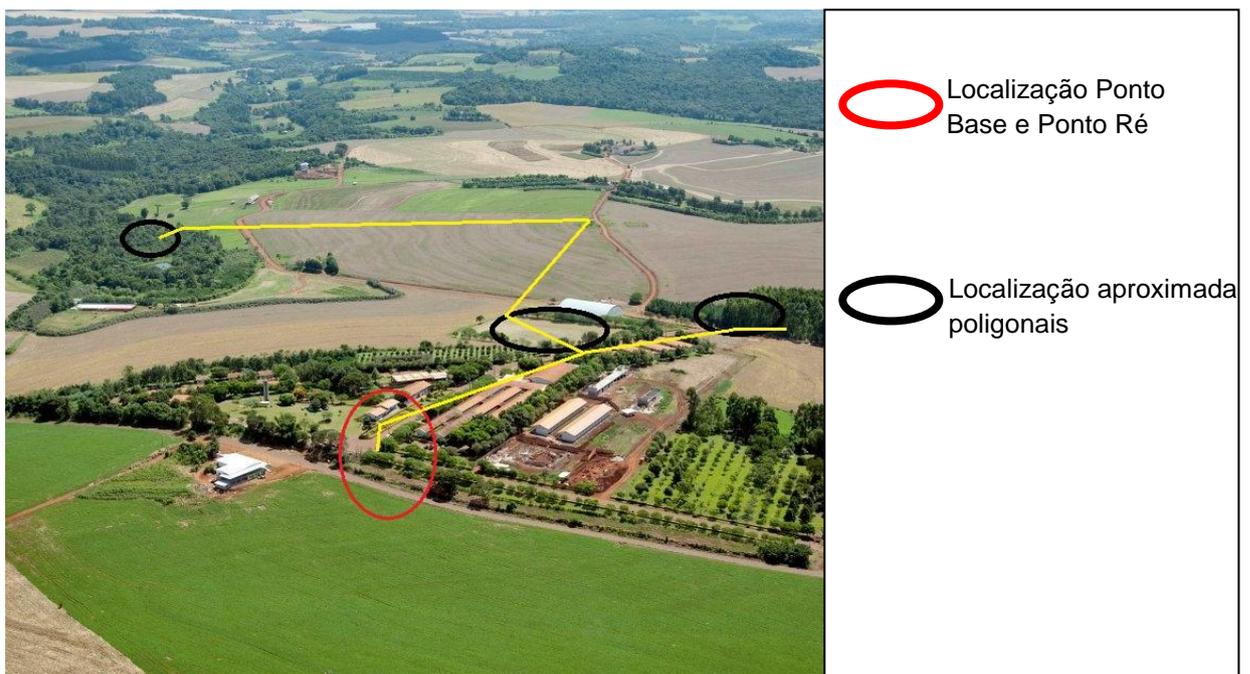


Figura 11 – Croqui de transporte de coordenadas
Fonte: Autor (2013).

O fato de ter-se escolhido a estação total para levantamentos das coordenadas definidoras dos vértices das poligonais, é que esse equipamento não sofre interferência da floresta em suas medições.

3.7.1. Levantamento de coordenadas de ponto para orientação de estação total

As coordenadas deste ponto foram determinadas utilizando equipamento GNSS pelo método estático com ocupação de uma hora. E após a etapa de campo os dados foram processados e ajustados. A data de ocupação do ponto foi em 24 de janeiro de 2013.

3.7.2. Transporte de coordenadas utilizando estação total

Para o levantamento utilizando Estação Total FOIF[®] modelo OTS685(L) foi realizada transferência de coordenadas do ponto Base instalado no interior da UTFPR – Dois Vizinhos, em frente ao Laboratório de Fitossanidade. Com o equipamento instalado no ponto Base e orientado pelo ponto Ré, deu-se início o transporte de coordenadas. Este procedimento é fundamentado na leitura e orientação no ponto de Ré e na leitura de um ponto a Vante. Na sequência, o equipamento é montado sobre o ponto denominado de Vante e a Ré é realizada no ponto onde a estação havia sido montada anteriormente, e assim sucessivamente. Desta forma, sempre determinamos um ponto a frente e com sucessivas leituras e instalação do equipamento chega-se ao ponto desejado. Neste trabalho desejava-se transferir a coordenada para pontos nas poligonais de interesse. Com a transferência dessas coordenadas até as poligonais localizadas nas matas, foi possível verificar a acurácia das coordenadas obtidas com receptor GNSS.

As coordenadas transferidas com estação total até as poligonais foram utilizadas como controle, pois o aparelho não sofre interferência das coberturas florestais para obtenção de coordenadas.

A transferência de coordenadas efetuada com estação total foi realizada no dia 16 de março de 2013.

3.8. PROCESSAMENTO DOS DADOS

Para processamento dos dados coletados com receptores GNSS foi utilizado o *Software GTR – Processor*, versão 2.87. Os parâmetros de processamento do programa foram configurados para um ângulo de corte de 15° , PDOP máximo de 10 e um mínimo de 5 satélites. O sistema de projeção utilizado foi o Universal Transverse de Mercator (UTM), e o DATUM foi definido para SIRGAS 2000.

Com os dados processados e ajustados foram obtidas as coordenadas de cada vértice das poligonais.

As informações de coordenadas dos pontos obtidos com diferentes altura de antena do receptor GNSS foram comparados com os valores de coordenadas transferidas com uso de estação total.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. COORDENADAS PONTO BASE E PONTO RÉ

Como apresentado anteriormente, o ponto de referência para os levantamentos foi o ponto denominado Base, cujas as coordenadas encontram-se no Quadro 2. As coordenadas desse ponto foram utilizadas tanto para processamento de dados oriundos dos levantamentos com receptores GNSS quanto no transporte de coordenadas realizado com Estação Total.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				X (m)	Y (m)	Altitude (m)
BASE	289451,312	7155400,285	557,889	0,009	0,003	0,037

Quadro 2 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S do ponto Base situado no interior da UTFPR – Dois Vizinhos

Fonte: Autor (2013).

Na sequência apresenta-se no Quadro 3 as coordenadas do ponto Ré, utilizado como referência para transporte de coordenadas com Estação Total, coordenadas obtidas através de rastreamento de satélites com receptor GNSS.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				X (m)	Y (m)	Altitude (m)
RÉ	289448,700	7155362,922	555,871	0,017	0,016	0,042

Quadro 3 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S

Fonte: Autor (2013).

4.2. LEVANTAMENTOS DE COORDENADAS EM CAMPO SEM FLORESTA

No quadro 4, são apresentadas as coordenadas obtidas com rastreamento GNSS nos pontos no campo de futebol da UTFPR – Dois Vizinhos.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - CAMPO	289591,160	7155573,590	544,480	0,016	0,017	0,035
PONTO 2 - CAMPO	289566,901	7155679,232	543,767	0,018	0,017	0,036
PONTO 3 - CAMPO	289650,916	7155604,830	544,402	0,055	0,020	0,056

Quadro 4 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S, obtidas através de rastreamento com receptor GNSS em campo sem cobertura florestal. Altura da antena: 1,50 m
 Fonte: Autor (2013).

Após a realização do transporte de coordenadas para os pontos no campo de futebol da UTFPR, as coordenadas apresentadas no quadro 5 foram obtidas.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - CAMPO	289591,053	7155573,705	544,443
PONTO 2 - CAMPO	289566,668	7155679,364	543,738
PONTO 3 - CAMPO	289650,620	7155605,069	544,274

Quadro 5 – Coordenadas transportadas com uso de Estação Total em campo sem cobertura florestal
 Fonte: Autor (2013).

No Quadro 6 podemos observar a diferença absoluta entre as coordenadas obtidas com Receptores GNSS em relação as coordenadas obtidas com Estação Total.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - CAMPO	0,107	0,115	0,037
PONTO 2 - CAMPO	0,233	0,132	0,029
PONTO 3 - CAMPO	0,296	0,239	0,128

Quadro 6 – Diferença absoluta entre as Coordenadas obtidas com Receptor GNSS e Estação Total em campo sem cobertura florestal

Fonte: Autor (2013).

Podemos perceber que, apesar das variações, todos os valores encontram-se dentro da precisão posicional de 0,50 m para coordenadas de vértices do perímetro de imóvel rural, conforme estabelecido na Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (INCRA, 2010, p. 21).

Em local aberto também observou-se que as coordenadas altimétricas obtidas estão de acordo com o que prescreve a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, que é um nível de tolerância um erro de 1,50 m (INCRA, 2010, p. 49).

4.3. LEVANTAMENTOS DE COORDENADAS PLANTIO COMERCIAL DE *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*

Para os levantamentos com receptores GNSS foram utilizadas duas metodologias para obtenção de coordenadas. A primeira delas com altura da antena a 1,50 m em relação ao solo, e a segunda com elevação da antena a 8,00 m. A elevação da altura da antena, visou obter coordenadas com melhor acurácia, quando comparadas as coordenadas transportadas com estação total.

4.3.1. Levantamento de coordenadas em plantio comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*, com altura da antena a 1,50 m

No Quadro 7 observam-se as coordenadas obtidas com receptor GNSS em plantio comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* com altura da antena a 1,50 m.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - EUCALIPTO	289751,273	7155614,175	539,361	0,027	0,024	0,057
PONTO 2 - EUCALIPTO	289782,416	7155650,610	534,712	0,048	0,031	0,058
PONTO 3 - PINUS	289744,910	7155680,967	535,315	0,321	0,180	0,238
PONTO 4 - PINUS	289720,775	7155673,385	537,616	0,149	0,098	0,145
PONTO 5 - PINUS	289714,166	7155662,315	540,350	0,114	0,041	0,141
PONTO 6 - EUCALIPTO	289739,704	7155640,400	537,425	0,107	0,068	0,069
PONTO 7 - EUCALIPTO	289746,299	7155628,151	538,045	0,059	0,021	0,032

Quadro 7 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S obtidas através de rastreamento com receptor GNSS em Plantio Comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* Altura da antena: 1,50 m
Fonte: Autor (2013).

No Quadro 8 observa-se as coordenadas obtidas através de transporte de coordenadas com uso de Estação Total em plantio comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - EUCALIPTO	289750,964	7155614,519	538,784
PONTO 2 - EUCALIPTO	289783,001	7155650,736	533,860
PONTO 3 - PINUS	289743,399	7155680,884	534,859
PONTO 4 - PINUS	289719,381	7155675,296	536,650
PONTO 5 - PINUS	289718,738	7155661,019	537,025
PONTO 6 - EUCALIPTO	289740,492	7155640,830	537,474
PONTO 7 - EUCALIPTO	289747,085	7155628,659	537,743

Quadro 8 – Coordenadas transportadas com uso de Estação Total em Plantio Comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*
Fonte: Autor (2013).

No Quadro 9 podemos observar a diferença absoluta encontrado entre os valores de coordenadas obtidos com Receptor GNSS (Altura da antena a 1,50 m) e com o equipamento Estação Total.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - EUCALIPTO	0,309	0,344	0,577
PONTO 2 - EUCALIPTO	0,585	0,125	0,852
PONTO 3 - PINUS	1,511	0,083	0,456
PONTO 4 - PINUS	1,394	1,911	0,966
PONTO 5 - PINUS	4,572	1,296	3,325
PONTO 6 - EUCALIPTO	0,788	0,430	0,049
PONTO 7 - EUCALIPTO	0,786	0,508	0,302

Quadro 9 – Diferença absoluta entre as Coordenadas obtidas com Receptor GNSS (Altura da antena: 1,50 m) e Estação Total em Plantio Comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*

Fonte: Autor (2013).

Frente a esses resultados em comparação ao levantamento efetuado em Campo sem cobertura florestal, podemos observar que as coordenadas obtidas no interior da floresta tiveram uma diferença absoluta maior em relação àquelas obtidas com Estação Total. Efeitos como a perda de sinal de satélites e multicaminhamento, deterioram o sinal, afetando a acurácia do posicionamento. Dentre todos os pontos levantados nessa tipologia florestal, somente o Ponto 1 (*Eucalyptus spp.*) proporcionou coordenadas com erro posicional dentro do prescreve a Norma Técnica do INCRA.

Com altura da antena a 1,50 m, nos pontos localizados em plantio de *Eucalyptus spp.* houve menor desvio das coordenadas, comparando-se com o plantio de *Pinus spp.* A espécie *Eucalyptus spp.* possui copa mais elevada, medianamente densa, mas que apresenta espaçamentos que proporcionam melhor recepção dos sinais advindos dos satélites, como pode ser observado na Figura 12.



Figura 12 – Visão do céu proporcionada por copa em floresta de *Eucalyptus spp.*
Fonte: Autor (2013).

Nos Pontos 3, 4 e 5, onde há plantio de *Pinus spp.*, houve variação posicional maior das coordenadas obtidas com Receptor GNSS em relação àquelas obtidas com estação total. Essa tipologia florestal, além de ser mais baixa, possui uma copa mais densa o que afeta decisivamente a recepção dos sinais de satélites, como pode ser observado na Figura 13.

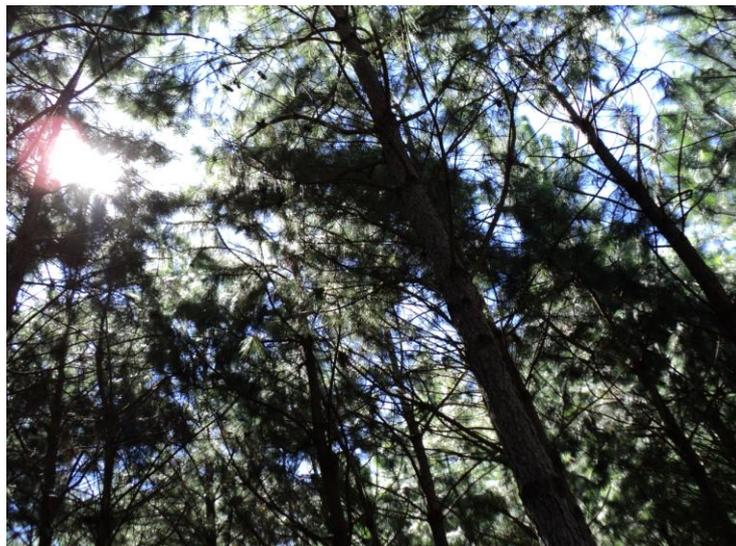


Figura 13 – Visão do céu proporcionada por copa em floresta de *Pinus spp.*
Fonte: Autor (2013).

Na Figura 14 pode-se observar os satélites disponíveis para coleta de dados no Ponto 5 (*Pinus spp.*) no momento do levantamento, e na Figura 15 os satélites observados no Ponto 2 (*Eucalyptus spp.*). Nos dois casos, observam-se muitas perdas de sinal, representadas no gráfico abaixo pelos espaços vazios nas barras que representam os satélites presentes no rastreo.

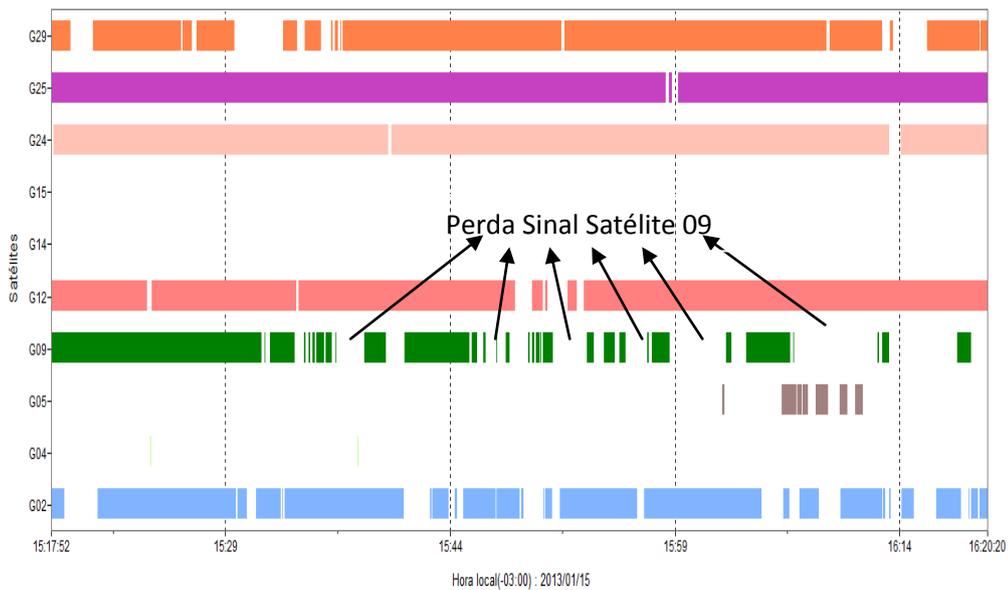


Figura 14 – Satélites rastreados e tempo de rastreo – Software GTR - Processor - Ponto 5 – *Pinus spp.* Altura da antena: 1,5 m
Fonte: Autor (2013).

Observa-se que no local onde há cobertura florestal de *Eucalyptus spp.* houve, por maior tempo, satélites disponíveis para coleta de dados em comparação ao ponto onde há plantio de *Pinus spp.* Um tempo maior de rastreo proporciona dados de coordenadas com melhor acurácia.

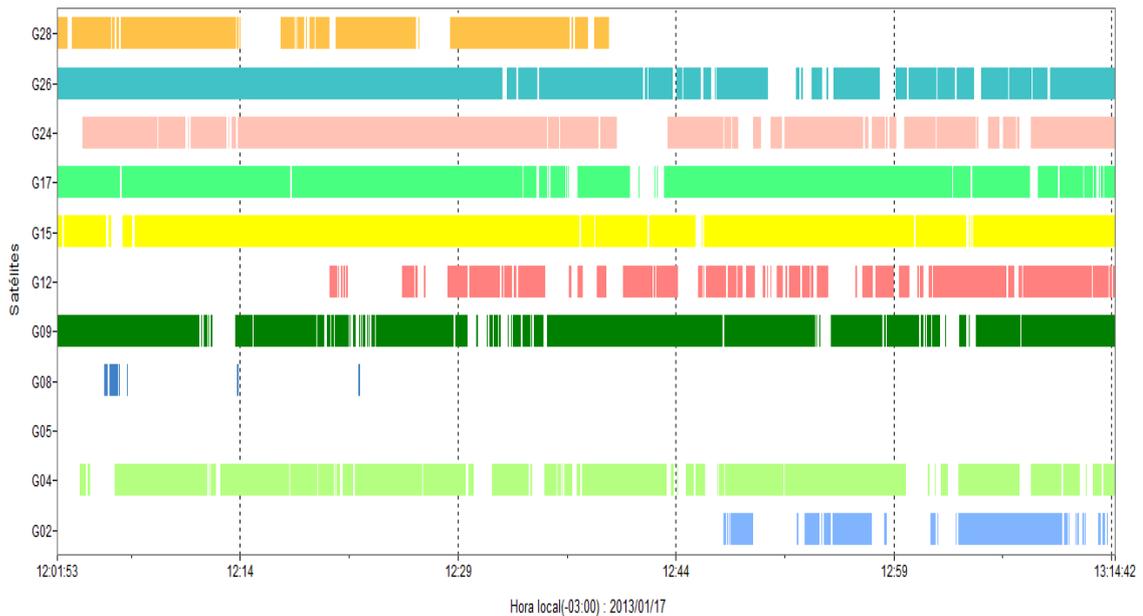


Figura 15 – Satélites rastreados e tempo de rastreo – Software GTR - Processor - Ponto 2 – *Eucalyptus spp.* Altura da antena: 1,5 m
Fonte: Autor (2013).

4.3.2. Levantamento de coordenadas em plantio comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*, com altura da antena a 8,00 m

No Quadro 10 observa-se as coordenadas obtidas com receptor GNSS em plantio comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* com altura da antena a 8,00 m.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - EUCALIPTO	289750,403	7155613,878	537,891	0,049	0,044	0,084
PONTO 2 - EUCALIPTO	289780,053	7155652,198	535,629	0,139	0,114	0,261
PONTO 3 - PINUS	289736,384	7155682,578	544,017	0,183	0,136	0,401
PONTO 4 - PINUS	289720,117	7155673,579	538,845	0,115	0,124	0,193
PONTO 5 - PINUS	289718,050	7155661,059	535,795	0,103	0,102	0,292
PONTO 6 - EUCALIPTO	289740,159	7155640,300	537,058	0,027	0,018	0,032
PONTO 7 - EUCALIPTO	289746,393	7155628,375	537,929	0,097	0,027	0,057

Quadro 10 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S obtidas através de rastreo com receptor GNSS em Plantio Comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* Altura da antena: 8,00 m
Fonte: Autor (2013).

No Quadro 11 consta a diferença absoluta entre coordenadas obtidas com Receptor GNSS (altura da antena a 8,00 m) e coordenadas transportadas com Estação Total em plantio de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - EUCALIPTO	0,561	0,641	0,893
PONTO 2 - EUCALIPTO	2,948	1,462	1,769
PONTO 3 - PINUS	7,015	1,694	9,158
PONTO 4 - PINUS	0,736	1,717	2,195
PONTO 5 - PINUS	0,688	0,040	1,230
PONTO 6 - EUCALIPTO	0,333	0,530	0,416
PONTO 7 - EUCALIPTO	0,692	0,284	0,186

Quadro 11 – Diferença absoluta entre as Coordenadas obtidas com Receptor GNSS (Altura da antena: 8,00 m) e Estação Total em Plantio Comercial de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*

Fonte: Autor (2013).

Em relação as coordenadas transportadas com Estação Total, aquelas obtidas com receptores GNSS com altura da antena a 8,00 m em plantio de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* tiveram maior desvio, se comparadas com as coordenadas obtidas com antena a 1,50 m. Os erros planimétricos aumentaram a medida que a antena foi erigida. Uma justificativa para esse fato se deve a ação do vento no bastão extensível. A característica paisagística da floresta de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* (Figura 16) proporciona ação maior dos ventos no seu interior e conseqüentemente sobre a haste, o que causa instabilidade na antena durante a coleta de dados.



Figura 16 – Característica paisagística floresta de *Eucalyptus spp.*
Fonte: Autor (2013).

Os pontos onde houve maior degradação do sinal para altura de antena em 8,00 m foram nos pontos 2 (*Eucalyptus spp.*) e no ponto 3 (*Pinus spp.*). O número de satélites observados para esses pontos podem ser verificados nas Figuras 17 para *Eucalyptus spp.* e 18 para *Pinus spp.*

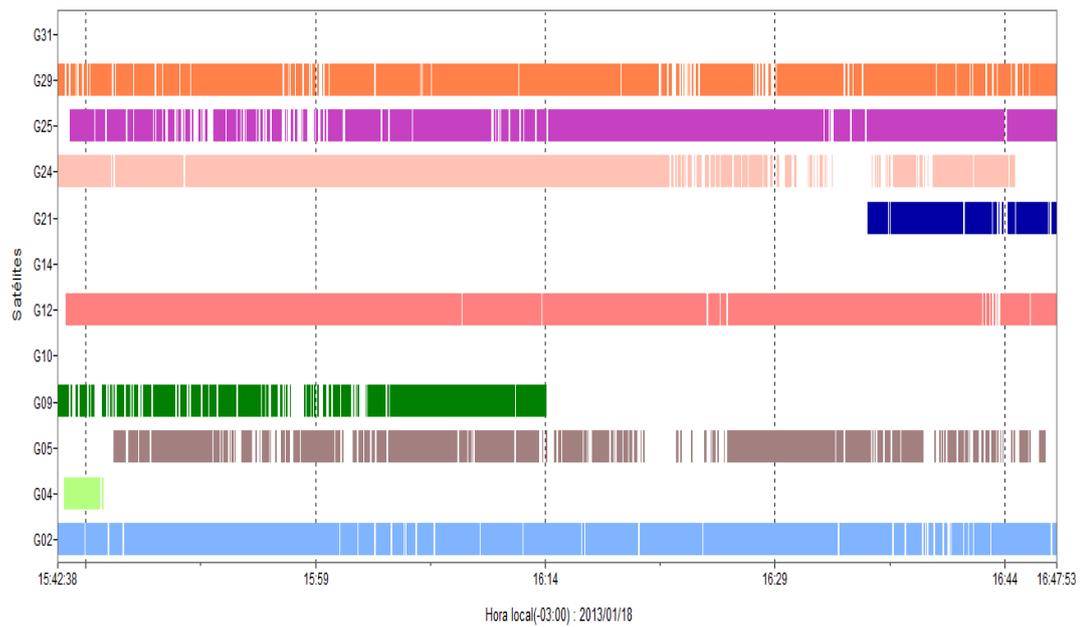


Figura 17 – Satélites rastreados e tempo de rastreo – Software GTR - Processor - Ponto 2 – *Eucalyptus spp.* Altura da antena: 8,0 m
Fonte: Autor (2013).

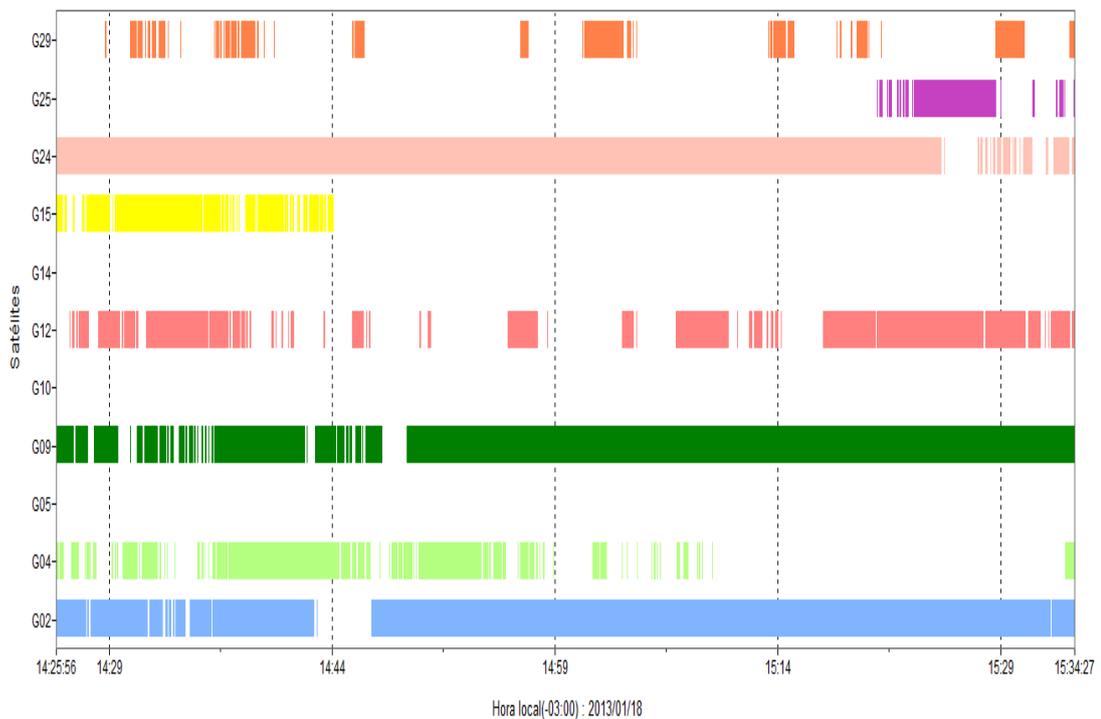


Figura 18 – Satélites rastreados e tempo de rastreo – Software GTR - Processor - Ponto 3 – *Pinus spp.* Altura da antena: 8,0 m
Fonte: Autor (2013).

4.4. LEVANTAMENTOS DE COORDENADAS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Para obtenção das coordenadas em Floresta Estacional Semidecidual com receptores GNSS também foi utilizada a técnica de elevação da altura da antena. Porém a poligonal foi instalada em local onde a floresta encontra-se em estágio intermediário de regeneração, não apresentando árvores com copa muito alta. Logo foram utilizadas alturas diferenciadas da antena, para que a mesma não ultrapassasse o dossel da floresta, já que não era esse o objetivo do presente trabalho.

4.4.1. Levantamento de coordenadas em Floresta Estacional Semidecidual, com altura da antena a 1,50 m

O Quadro 12 apresenta as coordenadas obtidas através de rastreamento com Receptor GNSS, altura da antena a 1,50 m em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - FES	289233,261	7156243,445	512,429	0,111	0,093	0,122
PONTO 2 - FES	289226,958	7156258,082	511,142	0,089	0,073	0,109
PONTO 3 - FES	289215,994	7156260,906	512,314	0,130	0,074	0,242
PONTO 4 - FES	289194,187	7156239,048	509,615	0,090	0,065	0,086
PONTO 5 - FES	289192,833	7156220,130	515,714	0,131	0,101	0,188
PONTO 6 - FES	289214,882	7156223,511	513,328	0,134	0,072	0,321
PONTO 7 - FES	289236,585	7156225,925	514,951	0,276	0,475	0,614

Quadro 12 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S obtidas através de rastreamento com receptor GNSS em Floresta Estacional Semidecidual em estágio intermediário de Regeneração. Altura da antena: 1,50 m

Fonte: Autor (2013).

No Quadro 13 podemos observar os dados obtidos através de transporte de coordenadas com uso de Estação Total em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - FES	289234,374	7156243,961	512,167
PONTO 2 - FES	289227,691	7156257,675	511,175
PONTO 3 - FES	289216,059	7156261,953	511,056
PONTO 4 - FES	289193,756	7156240,821	508,912
PONTO 5 - FES	289198,826	7156215,153	508,326
PONTO 6 - FES	289219,771	7156221,756	510,414
PONTO 7 - FES	289238,668	7156227,930	511,715

Quadro 13 – Coordenadas transportadas com uso de Estação Total em Floresta Estacional Semidecidual em estágio intermediário de regeneração

Fonte: Autor (2013).

A diferença absoluta encontrada entre o levantamento realizado com receptor GNSS (altura da antena a 1,50 m) e as coordenadas obtidas com uso de Estação Total no interior da Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração, podem ser observados no Quadro 14.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - FES	1,113	0,516	0,262
PONTO 2 - FES	0,733	0,407	0,033
PONTO 3 - FES	0,065	1,047	1,258
PONTO 4 - FES	0,431	1,773	0,703
PONTO 5 - FES	5,993	4,977	7,388
PONTO 6 - FES	4,889	1,755	2,914
PONTO 7 - FES	2,083	2,005	3,236

Quadro 14 – Diferença absoluta encontrada entre as Coordenadas obtidas com Receptor GNSS (Altura da antena: 1,50 m) e Estação Total em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração.

Fonte: Autor (2013).

Através destes dados podemos observar que nenhum ponto atingiu níveis aceitáveis para que as coordenadas possam ser utilizadas para georreferenciamento de imóveis rurais. Em todas as coordenadas planimétricas observadas houve uma variação maior que 0,50 m, conforme estabelece a Norma Técnica do INCRA.

As Figuras 19 e 20 expressam o número de satélites observados nos Pontos 2 e 5, respectivamente nessa tipologia florestal. O ponto 2 foi o que apresentou menor variação das coordenadas, enquanto que o Ponto 5 foi o que apresentou o pior resultado durante o rastreamento. A tipologia da Floresta Estacional Semidecidual forma copas mais densas e os diferentes extratos arbóreos fazem com que haja deterioração do sinal até que o mesmo seja recebido pela antena do receptor GNSS, o que pode influenciar decisivamente na acurácia posicional.

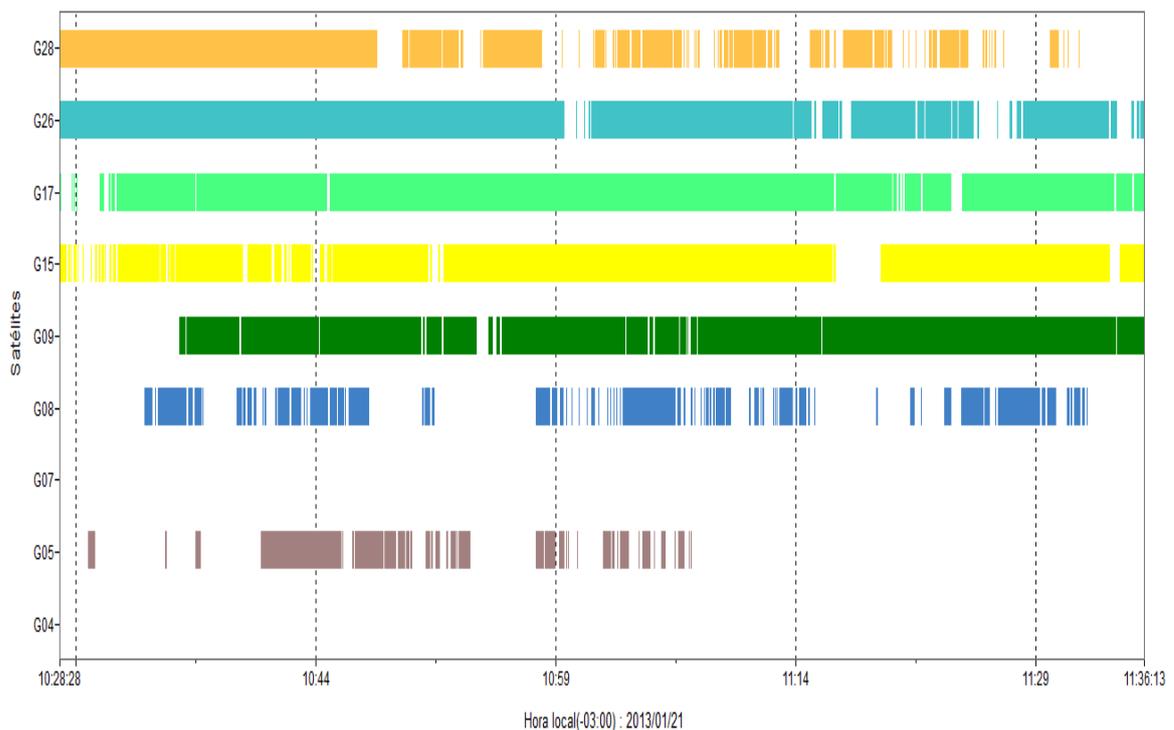


Figura 19 – Satélites rastreados e tempo de rastreamento – Software GTR - Processor - Ponto 2 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 1,50 m
Fonte: Autor (2013).

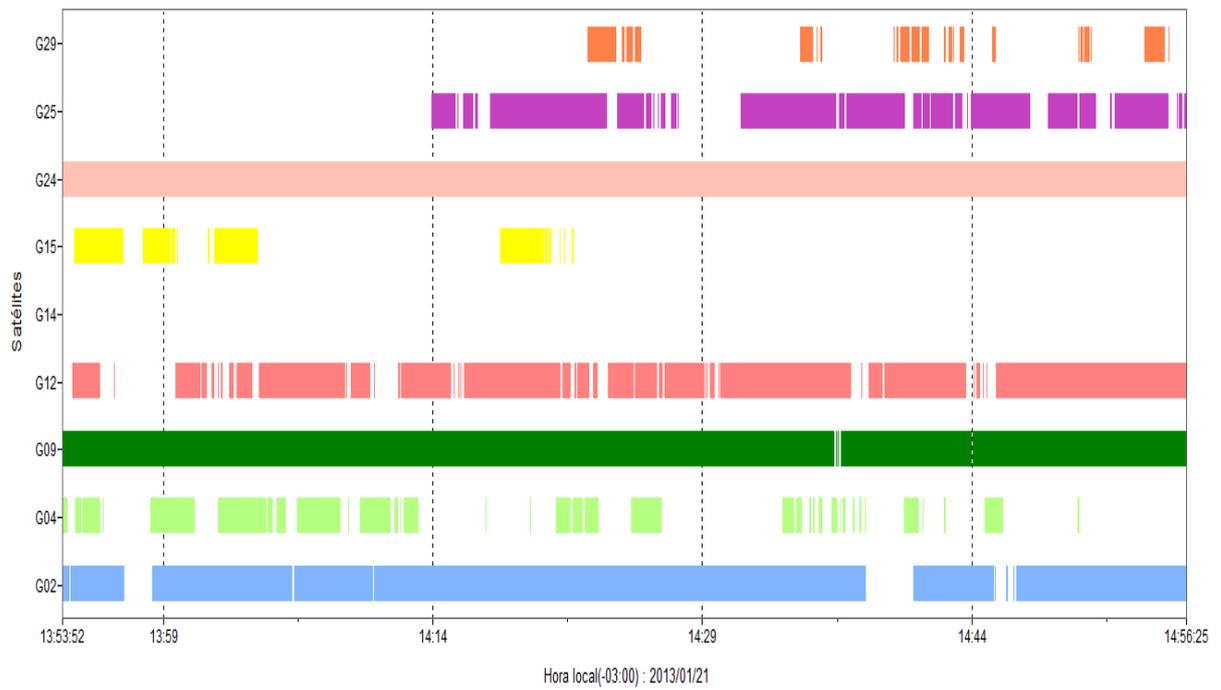


Figura 20 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 5 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 1,50 m
Fonte: Autor (2013).

4.4.2. Levantamento de coordenadas em Floresta Estacional Semidecidual, com altura da antena a 5,60 e 6,81 m

O Quadro 15 apresenta as coordenadas obtidas através de rastreamento com Receptor GNSS, altura da antena a 5,60 e 6,81 m em Floresta Estacional Semidecidual em estágio intermediário de regeneração. A altura da antena para coleta de dados foi diferenciada, pois o objetivo do estudo é observar como se comporta a coleta de dados sob a cobertura vegetal, sendo que nos pontos coletados essas alturas não ultrapassavam o dossel da floresta, como podemos observar na Figura 21.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - FES - 6,81 m	289234,828	7156244,336	512,440	0,024	0,028	0,050
PONTO 2 - FES - 6,81 m	289227,499	7156257,540	512,086	0,062	0,042	0,078
PONTO 3 - FES - 5,60 m	289216,032	7156261,371	510,447	0,075	0,054	0,144
PONTO 4 - FES - 5,60 m	289193,451	7156241,397	508,523	0,049	0,025	0,040
PONTO 5 - FES - 6,81 m	289199,079	7156215,471	508,306	0,061	0,023	0,044
PONTO 6 - FES - 5,60 m	289216,603	7156223,053	512,243	0,074	0,027	0,070
PONTO 7 - FES - 5,60 m	289236,946	7156228,079	512,069	0,092	0,023	0,051

Quadro 15 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S obtidas através de rastreamento com receptor GNSS em Floresta Estacional Semidecidual em estágio intermediário de regeneração. Altura da antena: 5,60 m e 6,81 m (indicado no ponto)

Fonte: Autor (2013).



Figura 21 – Rastreio de pontos com antena elevada através de bastão extensível em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração

Fonte: Autor (2013).

O Quadro 16 apresenta o desvio encontrado entre o levantamento realizado com Receptor GNSS (altura da antena a 5,60 e 6,81 m) e as coordenadas obtidas com uso de estação total no interior da Floresta Estacional Semidecidual.

PONTO	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
PONTO 1 - FES - 6,81 m	0,454	0,375	0,273
PONTO 2 - FES - 6,81 m	0,192	0,135	0,911
PONTO 3 - FES - 5,60 m	0,027	0,582	0,609
PONTO 4 - FES - 5,60 m	0,305	0,576	0,389
PONTO 5 - FES - 6,81 m	0,253	0,318	0,020
PONTO 6 - FES - 5,60 m	3,168	1,297	1,829
PONTO 7 - FES - 5,60 m	1,722	0,149	0,354

Quadro 16 – Desvio encontrado entre as Coordenadas obtidas com Receptor GNSS (Altura da antena conforme indicado em cada ponto) e Estação Total em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração.

Fonte: Autor (2013).

Através dos dados contidos no Quadro 16 observar que houve melhoria na acurácia das coordenadas na maioria dos pontos. Com a elevação da antena há menor quantidade de vegetação bloqueando os sinais GNSS, proporcionando assim melhores condições de rastreamento do sinal dos satélites. Além disso a característica paisagística da Floresta Estacional Semidecidual (Figura 22) apresenta proteção em relação a ação de ventos em seu interior, havendo assim maior estabilidade da haste prolongável, mesmo em alturas maiores.



Figura 22 – Característica paisagística da Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração
Fonte: Autor (2013).

Foram observados desvios maiores nos Pontos 6 e 7. Isso se deve principalmente ao fato de que a antena ficou próximo a vegetação da copas das árvores, o que interferiu de maneira significativa na aquisição dos dados. As Figuras 23 e 24 mostram a posição da antena nos pontos 6 e 7, respectivamente.



Figura 23 – Localização da antena no Ponto 6 – Altura a 5,60 m em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração

Fonte: Autor (2013).

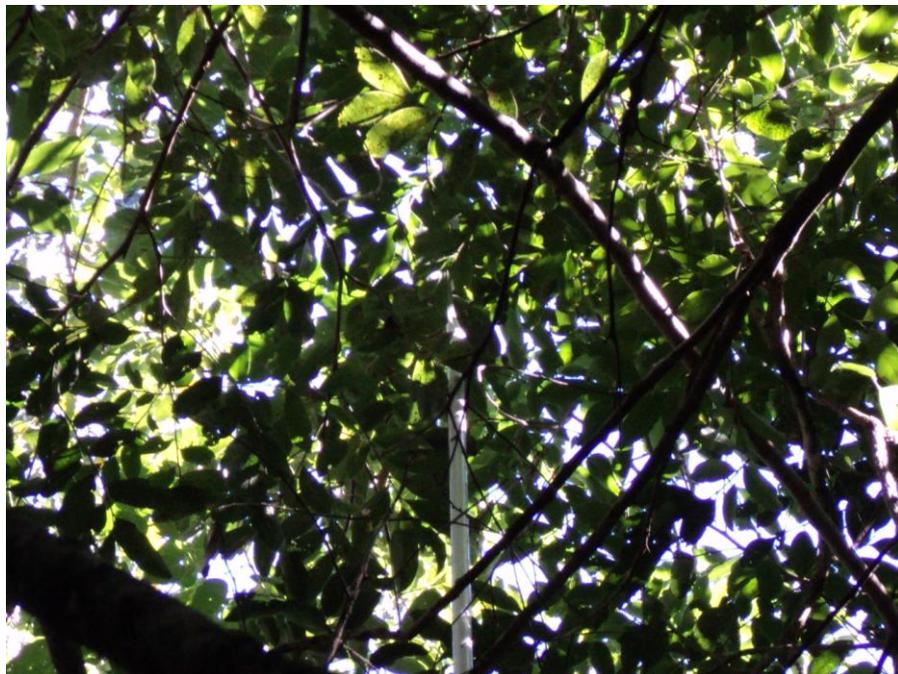


Figura 24 – Localização da antena no Ponto 7 – Altura a 5,60 m em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Intermediário de Regeneração

Fonte: Autor (2013).

Em relação ao levantamento com antena do receptor a 1,50 metros, o Ponto 5 (altura da antena a 6,81 m) foi o que obteve melhores coordenadas com elevação da antena. Já o Ponto 6, apesar de diminuir o desvio em relação ao levantamento com antena a 1,50 m, teve o desvio de coordenadas mais elevado, quando a altura da antena aumentou.

Nas Figuras 25 e 26 podemos verificar os satélites observados durante o rastreamento nos pontos 5 (altura da antena a 6,81 m) e 6 (altura da antena a 5,60 m) em Floresta Estacional Semidecidual.

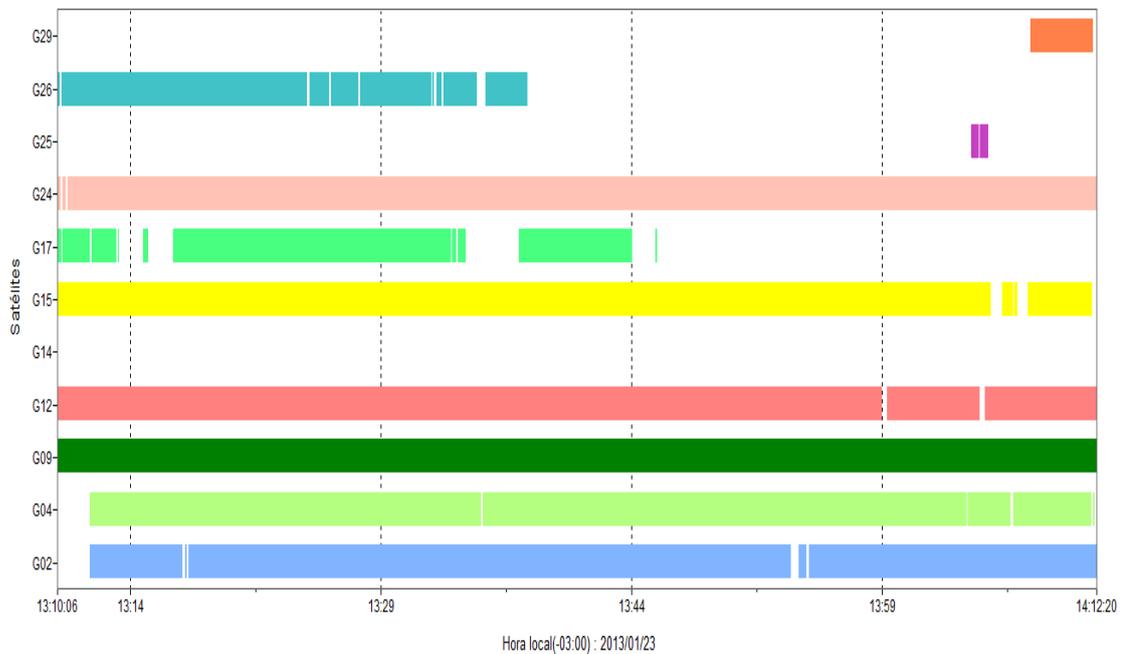


Figura 25 – Satélites rastreados e tempo de rastreamento – Software GTR - Processor - Ponto 5 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 6,81 m
Fonte: Autor (2013).

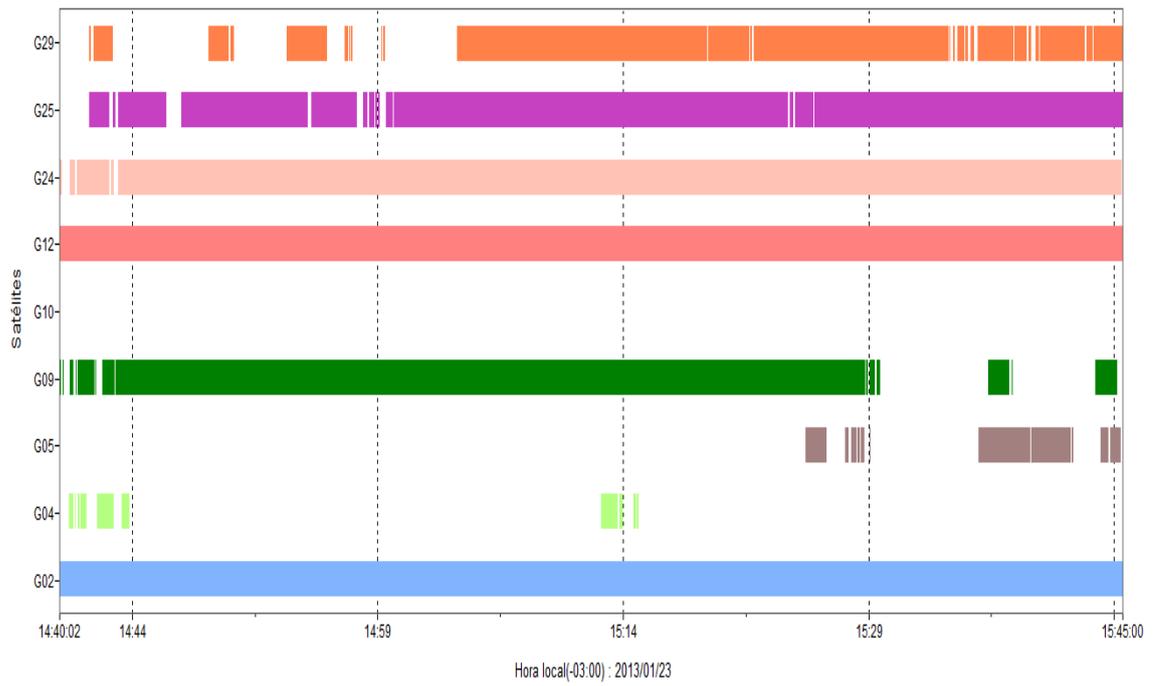


Figura 26 – Satélites rastreados e tempo de rastreio – Software GTR - Processor - Ponto 6 – Floresta Estacional Semidecidual. Altura da antena: 5,60 m
Fonte: Autor (2013).

5 CONCLUSÕES

Em campo sem cobertura florestal, o levantamento realizado com receptores GNSS atende a acurácia planimétrica fixada pela norma técnica para a classe C4 (limites da propriedade) que é $\leq 0,50$ m. Para as cotas altimétricas também observou-se que as mesmas se enquadram no nível de exigência dessa norma.

Em áreas com floresta observa-se que há deterioração dos sinais dos satélites influenciando na acurácia das coordenadas planimétricas e altimétricas.

Em plantio de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* com emprego de haste extensora houveram piores resultados na acurácia do posicionamento planimétrico. A ação dos ventos no interior dessa tipologia florestal pode ter sido um fator causador dos erros planimétricos. Para o levantamento altimétrico observou-se que quando a antena ficou em altura de 1,50 m houve melhor acurácia nos valores para altimetria.

Em Floresta Estacional Semidecidual, observou-se na maioria dos pontos uma melhora na acurácia posicional, quando a antena do receptor GNSS foi elevada. Essa tipologia florestal dá maior proteção em relação a ação dos ventos no seu interior, fazendo com que a antena fique mais estável em alturas mais elevadas. Em dois pontos houve maior imprecisão das coordenadas quando a haste foi elevada, muito provavelmente devido a antena ter ficado muito próxima a vegetação da copa das árvores. A acurácia para altimetria em Floresta Estacional Semidecidual foi melhor quando a antena foi elevada, sendo que somente um ponto não atingiu o que prescreve a precisão da norma técnica de georreferenciamento ($\leq 1,50$ m).

Apesar da técnica de elevação de altura da antena mostrar-se eficaz, em alguns pontos, para posicionamento com receptores GNSS em floresta, recomenda-se que sejam feitos novos estudos para as áreas em questão com o emprego da haste extensora, aplicando-se vários estágios intermediários de altura, sob condições meteorológicas diferenciadas.

O presente estudo levou em conta a Norma Técnica para Georreferenciamento de imóveis rurais. Para outros tipos de empreendimentos ou projetos devem ser observadas a acurácia exigida, bem como respeito as normas técnicas cabíveis em cada caso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13133 – Execução de Levantamento Topográfico**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

CARARO, Angela Cristina. **Correções relativísticas sobre as medidas de tempo GPS**. 2006. 100 f. Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2006.

GEMAEL, Camil. **Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. Curitiba: UFPR, 1994.

GOMES, Jorge Pinto. **Determinação de desníveis de precisão utilizando estação total**. 2006. 106 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

GONÇALVES, Adriane Santos; WALTER, Fernando. Análise da reflexão especular do sinal do multicaminho. Artigo. Divisão de Engenharia Eletrônica – Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA. São José dos Campos, 2005.

GRIPP, Joel J.; SOARES, Vicente Paulo. Uso do geoprocessamento no planejamento e gerenciamento das atividades pecuárias. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. 5, 2006. Viçosa, 2006.

FREIBERGER, Jaime Jr; KRUEGER, Cláudia Pereira; NARDEZ, Nassau de Nogueira. Georeferenciamento com o NAVSTAR-GPS em áreas florestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 7, 2006. Florianópolis, 2006.

FRIEDMANN, Raul M.P. **Fundamentos de Orientação, Cartografia e Navegação Terrestre**. 3 ed. Curitiba: UTFPR, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Norma Técnica para Georeferenciamento de Imóveis Rurais**. 2 ed. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Padronização de Marcos Geodésicos: Instrução Técnica**. Norma de Serviço do Diretor de Geociências n. 29, 1988. IBGE, 1988.

LEANDRO, Diuliana. **Investigação do posicionamento GPS em ambientes internos com o auxílio do efeito de multicaminho**. 2009. 99f. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

MCCORMAC, Jack C. **Topografia**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

MIRANDA, Fabiani das Dores Abati. **Metodologia para o monitoramento de pontos em áreas instáveis empregando-se estações totais**. 2007. 100 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MONICO, João F. G. **Posicionamento pelo GNSS. Descrição, fundamentos e aplicações**. 2 ed. São Paulo: UNESP, 2008.

MONICO, João F. G.; PÓZ, Aluir Porfírio Dal; GALO, Maurício; SANTOS, Marcelo Carvalho dos; OLIVEIRA, Leonardo Castro de. Acurácia e Precisão: Revendo os conceitos de forma acurada. **Boletim Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 469-483, jul-set, 2009.

SILVA, Maria Madalena Santos da. **Avaliação das recomendações da NBR 14.166 com ênfase ao posicionamento com NAVSTAR-GPS**. 2004. 174 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig. **Implicações atuais no relacionamento entre sistemas terrestres de referência de origem local e geocêntrica**. 2006. 111 f. Dissertação (doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

WERLICH, Renata M.C.; NARDEZ, Nassau de Nogueira; VISKI, Anderson R.; KRUEGER, Claudia P. Análise da precisão de equipamentos geodésicos na determinação de distâncias curtas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. 4, 2012. Recife, 2012.