AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE RECEPTORES GPS EM LEVANTAMENTOS ALTIMÉTRICOS, PARA FIM DE SISTEMATIZAÇÃO DE TERRAS.

ANTONIO CARLOS SILVEIRA COELHO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

PIRACICABA - Estado de São Paulo - Brasil
Setembro de 2003

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE RECEPTORES GPS EM LEVANTAMENTOS ALTIMÉTRICOS, PARA FIM DE SISTEMATIZAÇÃO DE TERRAS.

ANTONIO CARLOS SILVEIRA COELHO

Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Dr. RUBENS ANGULO FILHO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

PIRACICABA - Estado de São Paulo - Brasil
Setembro de 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Coelho, Antônio Carlos Silveira
Avaliação do desempenho de receptores GPS em levantamentos altimétricos, para fim de sistematização de terras / Antônio Carlos Silveira Coelho. - - Piracicaba, 2003.
128 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
Bibliografia.

1. Altimetria 2. Projetos agropecuários 3. Sistema de posicionamento global I. Título

CDD 526.0285

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A

Deborah, minha esposa·.

Rodrigo, meu filho e razão de minha vida,

Pelo amor, incentivo e compreensão.

AGRADEÇO

A

Nelson Moraes Coelho e

Maria José Silveira Coelho,

Meus amados pais,

Nelson Jr. e Célia,

Meus irmãos,

Nelson Neto, Arnaldo, Vivian, João Vitor e Luis Guilherme.

Meus sobrinhos

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Comissão de Pós-graduação do curso de Irrigação e Drenagem da ESALQ/USP, a oportunidade concedida.

Ao Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", USP, por intermédio de seu Chefe, Prof. Dr. José Antonio Frizzone por possibilitar a realização deste trabalho.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Rubens Angulo Filho, a compreensão, a amizade, paciência, dedicação e confiança em mim depositada;

Ao professor, Prof. Dr. Valdemar A. Demetrio, do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela amizade, incentivo e colaboração.

Aos professores, Dr. Carlos Alberto Vetorazzi do Departamento de Engenharia Rural e ao Prof. Dr. Gerd Sparovek do Departamento de Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pelas sugestões apresentadas na elaboração do presente trabalho.

A professora, Dra. Clarice G. B. Demetrio, do Departamento de Matemática da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela amizade, e valorosa colaboração na avaliação dos dados estatísticos.

Aos que participaram e colaboraram no desenvolvimento da dissertação, nas pessoas de: Nelson Moraes Coelho Neto, Elifas Valin Neto, Erick, Isabela, Carmem.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS viii

LISTA DE TABELAS ix

RESUMO x

SUMMARY xi

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO DE LITERATURA 2

2.1 O Sistema de Posicionamento Global (GPS) 2

2.2 Os receptores GPS 5

2.3 Métodos de posicionamento com GPS 10

2.4 Fatores que influenciam o desempenho do sistema GPS 17

2.5 Levantamentos Altimétricos ou nivelamento 19

2.5.1 Métodos de levantamento altimétrico 21

2.5.1.1 Nivelamento trigonométrico 21

2.5.1.2 Nivelamento geométrico (diferencial). 24

2.5.1.3 Nivelamento diferencial com o GPS 26

2.5.2 Precisão dos levantamentos altimétricos 28

2.5.3 Altitude ortométrica x altitude elipsoidal 30

2.5.4 Altimetria x GPS 32

3 MATERIAL E MÉTODOS 35

3.1 Material 35

3.1.1 Localização da Área de Estudo.....35
3.1.2 Equipamentos utilizados.....36
3.1.2.1 Estação Total marca SOKKIA, modelo SET 3 E.....36
3.1.2.2 Base modelo GTRA, marca Tech Geo.....37
3.1.2.3 Receptor GPS modelo GTR1.....38
3.1.2.4 Receptor GPS Garmin modelo Etrex, de navegação.....40
3.1.2.5 Microcomputador.....40
3.1.3. Programas computacionais - *Softwares*.....41
3.1.3.1 Sistema TOPOEVN.....41
3.1.3.2 AutoCAD LT 2000 - da Autodesk.....41
3.1.3.3 EZSurv da Tech Geo.....42
3.2 Métodos.....42
3.2.1 Seleção das áreas de estudo.....42
3.2.2 Planejamento de Campo.....44
3.2.3 Levantamento topográfico dos pontos.....46
3.3 Análise Estatística.....50
3.3.1 Variáveis estatística.....51
3.3.2 Teste de Wilcoxon.....51
3.3.3 Teste de Kruskal-Wallis.....53
3.3.4 Análise Exploratória.....54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 56
4.1 Resultados.....56
5 CONCLUSÕES 71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 116

ANEXOS 72

APENDICE 119

LISTA DE FIGURAS

Paginas

1 - Estrutura das órbitas dos satélites NAVSTAR/GPS 3

2 - Diferença entre cota e altitude - fonte Garcia 1984.....20

3 - Nível óptico e régua graduada, ambos da marca BERGER 25

4 – altitude geométrica x altitude ortométrica 32

5 – Pivô Central – Fazenda Areão – USP –Piracicaba - S.P. 36

6 - Estação total marca SOKKIA modelo SET 3E.....37

7 – GPS geodésico - Base GTRA – Tech Geo 38

8 – GPS geodésico - Receptor GTR1 TechGeo.....39

9 - GPS de navegação marca Garmin – modelo Etrex 40

10 - Localização das áreas com as respectivas declividades;.....44

11 - Bastão com antena do GTR1 e prisma para leitura da estação total ..47

12 - Os valores para T_{α} e $T_{1-\alpha}$ são dados através de uma tabela apropriada, encontrada no livro Estatística experimental não-paramétrica, já referenciado 53

13 - Representação gráfica das médias dos erros de medição do GPS geodésico e do GPS de navegação para cada área dentro de cada declive. 66

LISTA DE TABELAS

Paginas

1.....Classificação dos recepores GPS de acordo com sua exatidão.....9

2 Técnicas de posicionamento por meio da portadora e AS (disponibilidade seletiva) em funcionamento.....12

3 Técnicas de posicionamento por meio do código C/A (códigos) e AS (disponibilidade seletiva) em funcionamento.....13

4 Exatidões do método cinemático.....15

5 Exatidões do método estático.....16

6 Classes de acordo com a acurácia altimétrica “A”.....29

7 Coeficientes técnicos do levantamento planialtimétrico dos pontos.....47

8 Dados de coordenadas comparativas entre estação total X GPS geodésico 48

9 Dados de coordenadas comparativas entre estação total X GPS de navegação.....48

10 Dados dos volumes calculados no Software TOPOEVN 5.0 entre as superfícies geradas pelos dados obtidos em cada equipamento e a o plano de cota 519,000.....57

11 Dados Estatísticos do levantamento planialtimétrico das áreas A, B e C com declividade média de 0 a 1%.....58

12 Dados Estatísticos do levantamento planialtimétrico das áreas A, B e C com declividade média de 2% a 4%.....59

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE RECEPTORES GPS EM LEVANTAMENTOS ALTIMÉTRICOS, PARA FIM DE SISTEMATIZAÇÃO DE TERRAS.

Autor: ANTONIO CARLOS SILVEIRA COELHO

Orientador: Prof. Dr. RUBENS ANGULO FILHO

RESUMO

A constante evolução dos equipamentos e *softwares* na área de topografia propiciou um ganho considerável em produtividade e qualidade na confecção dos mapas que servem de base aos projetos de Engenharia. O propósito deste trabalho é a analise comparativa dos dados de altimetria obtidos por três diferentes equipamentos de grande uso no mercado nacional, ou seja, a Estação total, GPS geodésico e GPS navegação, a fim de podermos avaliar a possibilidade do uso dos equipamentos rastreadores GPS para elaboração da hipsometria terrestre.

Á área em estudo encontra-se no Campus "Luiz de Queiroz" da Universidade de são Paulo, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas aproximadas são: latitude de 22°42´40 "S e longitude de 47°37´30" W, sendo os dados coletados no mês de julho de 2002.

Para avaliar o desempenho dos receptores GPS de Navegação e Geodésico em levantamentos altimétricos para fim de sistematização de

terras, foram levantadas áreas com declividades diferentes (0 a 1%; 2 a 4% e 5 a 8%), simultaneamente pelo método topográfico convencional, utilizado uma Estação Total, de acordo com a NBR 13.133 – *Execução de Levantamento Topográfico*, e com os receptores GPS, sendo posteriormente calculados os volumes de terras para a comparação dos resultados.

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos, as principais conclusões foram: a) foi possível avaliar o erro cometido pelos equipamentos descritos, confirmando assim a possibilidade de uso do GPS Geodésico e descartando o uso do GPS de navegação para fins de sistematização de terras; b) com o uso do GPS diferencial os volumes entre os MDTs (Estação Total x GPS Geodésico) analisados em nove áreas com declividades diferentes esta em média 0,67% quando comparada as superfícies geradas, o que pode ser considerado como aceitável, e não significativo quando da execução dos serviços de sistematização terras o que vem ratificar o uso do equipamento GPS geodésico, se utilizados conforme a metodologia adotada.

PERFORMANCE ASSESSMENT OF GPS RECEIVERS IN LAND LEVELING.

Author: Antonio Carlos Silveira Coelho

Adviser: Professor DR. Rubens Ângulo Filho.

Summary

The constant evolution of the equipments and softwares in the surveing field has brought a lot of gain in productivity and quality to make maps that are the foundation for the engineering projects.

The purpose of this work is the comparative analyses of the data obtained by 3 different equipments that are very used in the national market - the Total Station, the Geodetic GPS and the Navigation GPS- in order to be able to evaluate the possibility of the use of the tracking GPS equipments for the elaboration of the terrestrial hypsometry.

The studied area is in the "Luiz de Queiroz" Campus, in the University of São Paulo, in the city of Piracicaba, São Paulo state, whose approximate coordinates are: 22 42'40"S of latitude, and 47 37'30" W of longitude, these datum are from July 2002.

According to the applied methodology and the obtained result, the main conclusions are: a) it was possible to evaluate the mistake by the described equipments, confirming the possibility of the use of Geodesic GPS and discarding the use of the Navigation GPS for land systematization; b) with the use of the differential GPS, the volume between the MDTs (Total Station x Geodesic GPS) analyzed in three different areas, the average is 067%, which can be considered acceptable, and not meaningful when from the execution of the land systematization services, what ratifies the use of the Geodesic GPS equipment, if used according to the applied methodology.

1 INTRODUÇÃO

O Sistema de Posicionamento Global - GPS, foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos EUA, originalmente com fins militares estratégicos. A partir de meados da década de setenta o seu uso foi estendido para aplicações civis, tendo passado por uma contínua evolução desde então. Representa atualmente uma nova alternativa de posicionamento para a Geodésia, Cartografia e Topografia, tendo o seu uso crescido significativamente em aplicações na Engenharia e os seus diversos ramos, e também Geografia, Geologia e Navegação (terrestre, marítima, aérea e orbital). Os EUA têm se destacado pelo pioneirismo e pelos múltiplos tipos de emprego do sistema nessas áreas, sendo que no Brasil, face à extensão territorial e à escassez de informações georreferenciadas, o GPS mostra-se um recurso particularmente promissor.

A sua aplicação nas diferentes atividades acima citadas necessita ainda ter respondido uma série de indagações antes do seu uso generalizado, com o que se pretende contribuir por meio deste trabalho, cuja proposta principal foi a obtenção de informações operacionais sobre o uso de dois receptores GPS, um da categoria geodésico e outro navegação em levantamentos topográficos altimétricos, visando a sua aplicação no planejamento e execução de projetos de sistematização de terras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Sistema de Posicionamento Global (GPS)

Segundo Leick (1990), Vettorazzi et al. (1994), Blitzkow (1995), van Sickle (1996), Segantine (1998) e Sá (2000), o sistema GPS (Global Positioning System) foi desenvolvido pelo U.S. Department of Defense (DoD) como um sistema de rastreio dos satélites NAVSTAR (Navigation System with Time and Ranging), que formam uma constelação, colocada em órbita da Terra para medição de distâncias entre esses satélites e estações localizadas na superfície terrestre e no espaço. O princípio básico de funcionamento usado no sistema GPS consiste na transmissão de sinais eletrônicos pelos satélites, por meio de ondas eletromagnéticas, e na captação desses sinais por receptores, de tal forma que o intervalo de tempo decorrido no percurso possa ser determinado. Como a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é conhecida (velocidade da luz), as distâncias entre os satélites e o receptor que os rastreia podem ser calculadas, o que permite determinar as coordenadas da posição onde foi estacionado o receptor. Assim, o GPS é um sistema espacial, desenvolvido originalmente para fins militares, que fornece ao usuário a posição espacial, a velocidade e o tempo decorrido num sistema de referência comum, a qualquer instante, em qualquer ponto da superfície terrestre, e independente das condições meteorológicas.

Apesar do sistema GPS ter sido desenvolvido e ser mantido pelo DoD com objetivos militares, o seu grande potencial para aplicações civis fez com que o Congresso Americano ordenasse ao DoD que promovesse o seu uso civil, que se iniciou em 1982 e desenvolveu-se rapidamente com aplicações do sistema em levantamentos geodésicos e sistemas de navegação.

O sistema GPS é descrito por Leick (1990), Vettorazzi et al. (1994), Blitzkow (1995), van Sickle (1996), Segantine (1998) e Sá (2000), como sendo formado por uma constelação de 24 satélites distribuídos em 6 planos orbitais distintos, com inclinação de 55° em relação ao equador e um período de 12 horas. Com esta configuração, em qualquer ponto da superfície terrestre ou próximo a ela haverá um mínimo de 4 satélites acima do horizonte 24 horas por dia Figura 1.

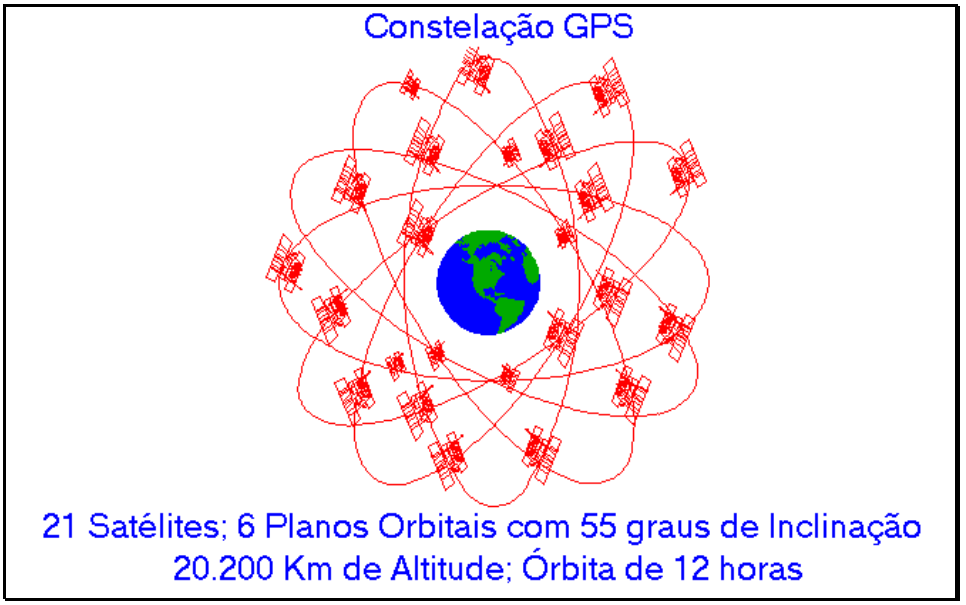


Figura 1 - Estrutura das órbitas dos satélites NAVSTAR/GPS

Os sinais emitidos pelos satélites são caracterizados por um certo número de componentes, todos baseados numa freqüência fundamental (f_0) de 10,23 MHz, controlada por osciladores atômicos de Césio. Assim, as ondas portadoras L1 e L2 são expressas a partir da freqüência fundamental pelas relações:

L1 = 154 x f_0 = 1575,42 MHz (λ = 19,05 cm)

L2 = 120 x f_0 = 1227,60 MHz (λ = 24,45 cm)

Essas duas portadoras são moduladas em fase, por uma função degrau, com distinção entre as fases cossenoidal e senoidal.

A fase cossenoidal de ambas as portadoras (L1 e L2) é modulada por uma seqüência de pulsos conhecida como código P (preciso ou protegido). O código P é gerado por um algoritmo que se repete a cada 267 dias. Esses 267 dias são divididos em 38 segmentos de 7 dias. Cada satélite transmite um segmento específico de 7 dias do código P, isto caracteriza cada satélite permitindo que se selecione um em particular para ser rastreado entre os que estão acima do horizonte.

Outro código semelhante ao P, conhecido como código Y poderia ser utilizado, mas como sua equação é secreta e a do código P é de acesso público, os usuários não autorizados pelo DoD ficam restritos à utilização do código P.

A fase senoidal da portadora L1 é modulada por uma seqüência de pulsos chamada código C/A (clear / access ou coarse / acquisition). O código C/A é gerado pelo algoritmo de Gold em cada satélite, se repete a cada milisegundo e tem uma freqüência de 1,023 MHz.

As duas portadoras (L1 e L2) contêm também, a mensagem transmitida pelo satélite, que consiste num fluxo de dados transmitidos em baixa frequência (50 Hz), informando o usuário sobre as condições operacionais e a posição de todos os satélites que compõem a constelação.

Com relação à disponibilidade seletiva (S/A), Bueno (2000) explica que se trata de uma técnica usada para degradar a exatidão de posicionamento geodésico, sendo o método de posicionamento absoluto, aquele em que se emprega somente um equipamento para a observação do código C/A, o mais afetado. Nesses casos essa degradação faz com que a latitude e a longitude sejam determinadas com erro de 100m ou mais.

Ainda segundo Bueno (2000), no dia 1º de maio de 2000, por determinação do presidente Bill Clinton, a S/A foi desativada, contribuíram para essa decisão o programa de modernização do sistema GPS e o desejo de incentivar o uso do GPS para aplicações civis pacíficas.

Finalmente, pode-se concluir baseado nas observações de Kovach e van Dyke (1998) que a decisão presidencial de desativar a disponibilidade seletiva e a modernização e aperfeiçoamento no sistema GPS, bem como as melhorias esperadas nos receptores, permitirão uma significativa melhoria na exatidão de posicionamento e um futuro promissor para a utilização civil do sistema.

2.2 Os receptores GPS

Segundo Segantine (1998), os receptores GPS evoluíram muito desde os primeiros modelos lançados no mercado na década de 80. Além disso, os

métodos de posicionamento e a eletrônica dos componentes evoluíram bastante, resultando em equipamentos de diferentes exatidões para diferentes tipos de aplicações práticas.

Os receptores atuais podem operar tanto com o código como e/ou fase da portadora a um custo reduzido. Estes instrumentos podem ser utilizados em DGPS (correção diferencial) para navegação e também em alguns tipos de trabalhos topográficos.

Segantine (1998) também apresenta a seguinte classificação dos receptores GPS:

a) quanto ao número de freqüências:

- simples frequência: equipamentos que recebem somente a frequência L1;
- dupla freqüência: são aqueles que recebem as freqüências L1 e L2, e que, portanto permitem acesso aos códigos C/A e ou P.

b) quanto ao número de canais:

- monocanais: receptores que possuem apenas uma canal que se move rapidamente de um satélite para outro. Apesar de baratos têm a desvantagem de serem imprecisos e lentos no processamento das coordenadas;
- multicanais: estes equipamentos possuem vários canais independentes para rastrear, simultaneamente, cada satélite visível no horizonte. Isto proporciona um processamento mais rápido e preciso das coordenadas.

c) quanto ao tipo de canais:

- seqüenciais: nestes receptores cada canal rastreia um único satélite de cada vez, passando a captar dados de outro satélite tão logo tenha armazenado dados suficientes para o cálculo das coordenadas dos pontos;
- multiplexados: são instrumentos que têm o funcionamento semelhante aos anteriores, com a vantagem de serem mais rápidos na mudança para a captação de outros satélites.

d) quanto ao tipo de sinal observado:

- receptores que utilizam as pseudodistâncias por meio do código C/A: são os equipamentos normalmente utilizados na navegação marítima, aérea ou terrestre;
- receptores das portadoras L1 e L2 e do código C/A: são aqueles normalmente utilizados nos trabalhos geodésicos de precisão;
- receptores que utilizam as pseudodistâncias por meio do código P: são os receptores construídos para fins militares e, portanto, sob o controle do DoD;
- receptores que utilizam as pseudodistâncias por meio dos códigos C/A e P e utilizam as portadoras L1 e L2: a aplicação deste tipo de equipamento é justificada nos trabalhos geodésicos de alta precisão.

Sá (2000) também classifica os receptores GPS em 4 grupos em função do tipo de medida e da disponibilidade dos códigos:

a) receptores do código C/A de pseudodistâncias: são equipamentos usados somente para medição de distâncias pelo código C/A. Geralmente são receptores portáteis que operam em movimento, alimentados por pilhas

comuns, que possuem até 6 canais independentes e fornecem a posição em termos de coordenadas geodésicas e, eventualmente, em termos de coordenadas planas da projeção UTM;

b) receptores do código C/A de fase da portadora: com este tipo de receptor, somente pseudodistâncias e fase da portadora L1 podem ser obtidas porque o código não é modulado na L2. Portanto não fornece dados em duas freqüências. A maioria dos equipamentos possui no mínimo 4 e no máximo 12 canais independentes. Esses instrumentos desempenham todas as funções dos modelos previamente descritos, além de armazenar o tempo decorrido e a fase da portadora em algum tipo de memória;

c) receptores do código P: esse tipo de equipamento proporciona o rastreio das portadoras L1 e L2. Os códigos P dessas portadoras são obtidos pela correlação dos sinais transmitidos pelos satélites, com as réplicas dos códigos P gerados no receptor. Para isso, a estrutura do sinal deve ser conhecida. Os receptores do código P têm a vantagem de medir distâncias com a exatidão de alguns centímetros, com apenas 10 minutos de rastreio;

d) receptores do código Y: receptores desse tipo permitiam acesso ao código P com a SA ativada. Logo, os códigos de distância e fases podem ser determinados a partir das portadoras L1 e L2 pela técnica de correlação do código P. O acesso ao código P é possível com a instalação

de um Auxiliary Output Chip (AOC) em cada canal do receptor. Esse "chip" proporciona a decodificação do código Y em P e a degradação decorrente da SA. Entretanto, somente usuário autorizado pelo DoD tem acesso ao AOC.

Ainda com relação à classificação de receptores GPS, Vettorazzi et al. (1994) mencionam o alto potencial de uso do GPS nas atividades agrárias, em especial no Brasil. Descrevem uma classificação da exatidão obtida com a tecnologia GPS, conforme exposto na Tabela 1, citando que para grande parte das atividades com potencialidade de emprego do GPS nas áreas agrícola e florestal, equipamentos pertencentes à categoria B poderão ser empregados satisfatoriamente.

Tabela 1. Classificação dos receptores GPS de acordo com sua exatidão.

Categoria	**Número de receptores**	**Tempo de leitura**	**Sinais utilizados**	**Exatidão**
A	1	Instantânea	C/A	100m **
B	2	1-2 min.	C/A	1m – 5m
C	2	1 hora	C/A-L1	1cm ± 2ppm
D	2	1 hora	C/A-P-L1-L2	0,5cm ± 1ppm

** Nesta época a SA ainda estava operacional. Fonte: Vettorazzi et al. (1994).

Confirmando a importância do tipo de receptor utilizado em levantamentos GPS, Segantine (1998) explica que o tipo de dado coletado pelo receptor tem um impacto direto na exatidão alcançada, e, geralmente, influencia no custo final da operação. Assim os receptores mais baratos

disponíveis no mercado são aqueles que fornecem o posicionamento em tempo real, baseado somente no código C/A com exatidão da ordem de 100m na horizontal e 150m na vertical quando a SA estava em funcionamento. Receptores com código P são similares em operação, mas ofereciam uma exatidão de 25m na horizontal e 30m na vertical (S/A em funcionamento), mas está restrito ao uso militar. Por outro lado equipamentos que operam com a observação da fase da portadora, em vez da pseudodistância, são mais exatos.

Hoje, com a S/A desativada espera-se que a exatidão de posicionamento, no método absoluto, melhore em até 10 vezes segundo Benevento (2000). O autor informa também que, nas determinações em que se aplica a correção diferencial (DGPS) a exatidão não deve ser afetada, pois o erro devido a S/A já é praticamente totalmente retirado no processo de correção.

2.3 Métodos de posicionamento com GPS

Para Bueno (1995), existem diversos métodos de utilização do sistema GPS, a todos têm por princípio a medida da distância entre o satélite e o receptor. Ainda segundo o autor as classificações dos métodos de posicionamento podem seguir diversos critérios:

1. tendo em conta a existência ou não de um ponto com coordenadas conhecidas para ser utilizado como referência:
   - sem ponto de referência = absoluto;
   - com ponto de referência = relativo.
   - tendo em conta o tipo de observação:

- distância obtida pelo código;
- distância obtida pela portadora;
- distância obtida pela combinação de ambas.

2. considerando o tempo empregado na observação:

- longo tempo de observação;
- curto tempo de observação;
- em tempo real.

Ainda segundo Bueno (1995), os métodos de posicionamento diferencial estático são os mais precisos dentre os que utilizam a tecnologia GPS, e podem ser subdivididos em 5 variantes: base simples; solução em rede; solução com relaxação orbital; pseudocinemático; e rápido-estático.

Sá (2000) aborda os principais tipos de posicionamento de maneira semelhante a Bueno (1995) e afirma que os problemas de posicionamento que geralmente aparecem na prática podem ser classificados, quanto ao referencial e número de pontos envolvidos em:

1. absoluto: determinação das coordenadas de pontos diretamente associadas a um referencial e usando um receptor;

2. relativo: determinação das diferenças de coordenadas entre 2 pontos e utilizando 2 receptores;

3. forma de rede: determinação das coordenadas de um conjunto de pontos, usando mais de 2 receptores.

Ainda segundo Sá (2000), o posicionamento GPS baseia-se principalmente na medição do código ou da fase da portadora e apresenta essas informações nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Técnicas de posicionamento por meio da portadora e AS (disponibilidade seletiva) em funcionamento

Método	Conceitos básicos	Nº. min. Receptores	Tempo de obs.	Exatidão	Comentário
Estático	Rastreio simultâneo (base e móvel)	2	1 hora	1cm + (1-10) ppm	Complexi-dade variável
Cinemáti-co (Fase da portadora)	O receptor móvel é posicionado em relação à base durante movimento	2	-	0,1 - 1m	Requer rastreio contínuo durante todo o movimento
Semi cinemático (*Stop & Go*)	O receptor móvel é posicionado em relação à base com uma pequena parada nos pontos	2	Cerca de 1 minuto por ponto	Alguns centíme-tros	Limitado a bases com cerca de 20km, rastreio e contínuo
Pseudo cinemático	O receptor móvel ocupa duas vezes (com intervalos de uma hora) para explorar a variação da geometria dos satélites	2	De 1-3 minutos	Algumas ppm	Ocupação dupla, problemas logísticos
Estático rápido	Usa técnicas sofisticadas e informações extras para resolver a ambigüidade	2	De 3-5 minutos	Alguns centímetr os	Para bases de 20km, geralment e requer medidas extras

Fonte: Sá (2000)

A precisão e a exatidão dos métodos de posicionamento são outros aspectos que devem ser considerados. Assim August et al. (1994) avaliaram a precisão e a exatidão do GPS com e sem correção diferencial, confirmando a eficiência desta sobre a distorção provocada pela Disponibilidade Seletiva (SA). Determinaram como a exatidão se comporta, estando o aparelho estacionado em um ponto, à medida que cresce o número de dados coletados em um período de tempo, até um máximo de 300 leituras.

Tabela 3. Técnicas de posicionamento por meio do código C/A (códigos) e AS (disponibilidade seletiva) em funcionamento

Método	**Conceitos básicos**	**Nº. min. recep.**	**Tempo de observ.**	**Exatidão**	**Comentario**
Absoluto Estático ou cinemático	Requer 4 satélites Posicionamento instantâneo	1	1 - 10s	100m (horizontal) 200m (vertical)	É o mais simples e barato
Relativo Estático ou cinemático	Requer 4 satélites Usa correções determinadas na base	2	1 - 50s	2-3m (horizontal e vertical)	É simples e barato

Fonte: Sá (2000)

Observaram que menos de 20 repetições por ponto melhoram muito pouco a exatidão, enquanto 50 repetições ou mais melhoram marcadamente tanto a exatidão quanto à precisão. Ressalta-se que os resultados foram obtidos em condições extremamente favoráveis de levantamento, sendo que dados obtidos sob condições mais adversas, como, por exemplo, geometria

pobre dos satélites e obstruções entre o receptor e o satélite, são provavelmente menos precisos.

Em sua descrição do sistema GPS, o IBGE (1994) relata a necessidade de intervisibilidade entre a estação e o satélite. Uma vez que os sinais transmitidos podem ser absorvidos, refletidos ou refratados por objetos próximos à antena ou entre a antena e o satélite, recomenda que o horizonte em torno da antena esteja desobstruído acima de 15 graus. Deve-se evitar locais próximos a estações de transmissão de microondas, radares, antenas rádio-repetidoras e linhas de transmissão de alta voltagem, por representarem fontes de interferência para os sinais GPS. O efeito de retardo do sinal causado pela sua reflexão é chamado de multicaminhamento (*multipath*) e a fim de minimizar esse problema, a área situada a 50 metros da estação deve estar livre de estruturas artificiais, particularmente paredes e cercas metálicas. Esse efeito é função da geometria da configuração dos satélites observados, que por sua vez se modifica com o tempo. Referindo-se a posicionamentos estáticos, ressalta que, desta forma, quanto maior o período de observação, maior a probabilidade de redução dos efeitos do multicaminhamento. Quanto à escolha da taxa de observação (intervalo de tempo entre a gravação de observações consecutivas), esta depende da técnica de posicionamento utilizada no levantamento. A regra geral é que quanto maior a taxa de observação, mais fácil é a detecção e a correção da perda de ciclos. Por outro lado, uma taxa alta gera arquivos de observação muito grandes, dificultando sua manipulação. De uma maneira geral, para posicionamentos estáticos, a taxa de uma observação a cada 15

segundos tem se mostrado adequado. Para posicionamentos cinemáticos, uma taxa mais alta pode se necessária.

Ainda com relação às exatidões possíveis de serem alcançadas pelos métodos cinemático e estático de levantamentos GPS, Segantine (1998) apresenta as tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Exatidões do método cinemático.

Freqüência	**Base (km)**	**Satélites**	**Tempo de observação (min)**	**Exatidão (ppm)**
Simples	3	5	0,1	10
	3	5	3	3
Dupla (código P)	100	5	0,1	3

Fonte: Segantine (1998)

Tabela 5. Exatidões do método estático

Freqüência	Base (km)	Satélites	Tempo de observação (min)	Exatidão (ppm)
	1	4	30	5 - 10
		5	15	
Simples	5	4	60	5
		5	30	
	10	4	90	4
		5	60	
	30	4	120	3
		5	90	
Dupla (sem código)	100	5	120	0,1
Dupla (código P)	50	4	10	1
	100	5	60	0,1
	500	5	120	0,1 - 0,01

Fonte: Segantine (1998)

No que diz respeito à aquisição de dados por receptores GPS, segundo Vidal (1999) as informações obtidas a partir de um receptor GPS são organizadas segundo padrões específicos com recomendações mínimas que são identificadas através dos arquivos de dados gerados pelo receptor.

Após a recepção, os arquivos são transferidos e processados em um microcomputador. Esse processamento será feito por um programa específico que gerará um outro arquivo de saída em formato compatível com o programa que acompanha o GPS. Tais arquivos trazem informações como: identificação do ponto, latitude, longitude, altitude e atributos definidos pelo usuário.

2.4 Fatores que influenciam o desempenho do sistema GPS

Segundo Pessoa (1997), o GPS vem se consolidando como sistema padrão para georreferenciamento em todo o mundo. Entretanto, para melhor aproveitamento é importante conhecer suas principais limitações:

a) Geometria da constelação de satélites: de uma maneira geral, o DOP (Dilution of Precision) quantifica a influência da geometria instantânea do conjunto de satélites acima do horizonte. O DOP pode ser dividido em PDOP, HDOP, VDOP e TDOP, responsáveis respectivamente pelas precisões do posicionamento tridimensional, horizontal, vertical e da determinação do tempo. Desse modo, no posicionamento instantâneo com um único rastreador, a exatidão obtida será tanto pior quanto maior for o valor do DOP no instante da determinação;

b) Atmosfera: os efeitos atmosféricos sobre o GPS são devidos principalmente às influências da ionosfera e da troposfera. O reflexo do efeito ionosférico pode variar de 1m a 100m e é uma função da posição, tempo e frequência utilizada. O efeito da ionosfera pode ser eliminado pela combinação das freqüências L1 e L2. Por essa razão, para aplicações de alta precisão ou no rastreamento relativo de bases longas, instrumentos de duas freqüências devem ser utilizados. Já o efeito da troposfera independe da frequência utilizada e não é correlacionado com a distância entre estações. Por esse motivo, o atraso gerado pela refração troposférica nos sinais rastreados é critico para as determinações GPS, notadamente em relação à altimetria. A correção deste efeito no sinal GPS é efetuada por meio da utilização de modelos

teóricos da troposfera e é mais significativo em aplicações geodésicas com utilização das freqüências portadoras que na navegação;

c) Multicaminhamento: outra fonte de distorções sobre o sinal transmitido é o efeito do multicaminhamento, resultado da reflexão indesejada do sinal por obstáculos próximos à antena receptora, podendo afetar tanto a propagação de códigos quanto portadoras, sendo duas vezes maior no código P que na portadora.

Para Gilbert (1997a), o multicaminhamento é provavelmente uma das mais freqüentes fontes de erro GPS. Esses erros ocorrem quando o receptor recebe um sinal refletido somado ao sinal original que percorre um caminho direto para a antena GPS. Essa interferência pode resultar em degradação da posição, que varia desde um erro de alguns metros até dezenas de metros. Isso ocorre quando o receptor itinerante é carregado em uma área onde os sinais de multicaminhamento são presentes, recebendo assim sinais errados que a estação base não recebe. Como esses erros não são comuns a ambos receptores, não são removidos por correção diferencial. Os diferentes receptores GPS variam muito quanto a sua resistência em aceitar os sinais de multicaminhamento.

Ainda segundo Gilbert (1997b), os fatores mais importantes que determinam o sucesso de obtenção de valores posicionais com o GPS, sob condições de cobertura vegetal, podem ser enquadrados em três grandes categorias: 1) o ambiente; 2) as técnicas de coleta de dados; e 3) o equipamento GPS. Os principais fatores ambientais são as características da própria cobertura, como o tipo e espessura. Quanto à técnica de coleta de

dados, os resultados podem ser diferentes quando se coletam dados do modo estático ou em movimento. As técnicas de processamento de sinais empregadas também têm impacto sobre os resultados. O receptor e a antena desempenham um papel importante no sucesso do trabalho sob condições de cobertura.

Confirmando a importância da técnica de coleta de dados, Angulo Filho (2001) afirma que o aumento do tempo de permanência sobre o ponto levantado, de maneira geral, melhorou a exatidão de posicionamento planimétrico, o que ratifica a escolha da metodologia de levantamento como sendo fundamental para obtenção de bons resultados de posicionamento.

2.5 Levantamentos Altimétricos ou nivelamento

Segundo Domingues (1998), da-se o nome de nivelamento ou levantamento altimétrico à determinação do relevo de um terreno, obtendo-se, por meio de processos específicos, as altitudes, as cotas ou as diferenças de altitudes ou de cotas, dos diversos pontos desse terreno. Nos levantamentos de precisão define-se altitude ou cota ortométricas de um ponto como sendo a distancia vertical desses pontos ao nível do mar e, cota de um ponto, a distancia vertical entre esse ponto e uma superfície equipotencial, diferente da superfície de nível zero, tomada como referência.

Para Garcia e Piedade (1984), a altitude de um ponto da superfície terrestre pode ser definida como a distância vertical deste ponto à

superfície média dos mares (denominada Geóide) e a cota de um ponto da superfície terrestre, pode ser definida como a distância vertical deste ponto à uma superfície qualquer de referência (que é fictícia e que, portanto, não é o Geóide). Esta superfície de referência pode estar situada abaixo ou acima da superfície determinada pelo nível médio dos mares.

Segundo Espartel (1987), a altitude corresponde um nível verdadeiro, que é a superfície de referência para a obtenção da DV ou DN e que coincide com a superfície média dos mares, ou seja, o Geóide.

Altitude ® Nível Verdadeiro

À cota corresponde um nível aparente, que é a superfície de referência para a obtenção da **DV** ou **DN** e que é paralela ao nível verdadeiro, conforme figura 02.

Cota → Nível Aparente

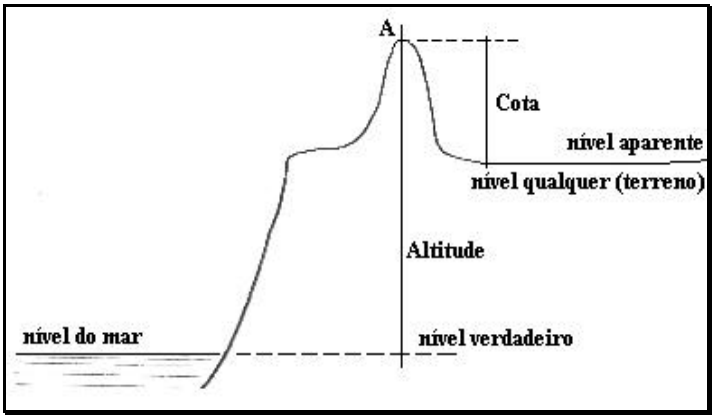


Figura 2 - Diferença entre cota e altitude - fonte Garcia 1984

2.5.1 Métodos de levantamento altimétrico

Segundo Domingos (2000), os levantamentos com finalidade de implantar ou estender o controle altimétrico através de técnicas convencionais dividem-se basicamente em:

- **Nivelamento trigonométrico;**
- **Nivelamento geométrico;**
- **Nivelamento diferencial com GPS;**

A determinação e o transporte de altitudes com o GPS tem nível de acurácia inferior ao das coordenadas. Deve-se isto basicamente a fatores geométricos inerentes à configuração dos satélites e ao fato de que ao se transportar altitudes ortométricas ou com respeito ao nível do mar, passam a integrar os problemas variáveis geofísicas. Estas dizem respeito basicamente ao campo de gravidade terrestre e que redundam na necessidade do emprego de mapas ou modelos geoidais.

2.5.1.1 Nivelamento trigonométrico

Domingos (2000), afirma que as medidas angulares em nivelamento trigonométrico são efetuadas no plano vertical do lugar. Dessa forma afetam as determinações decorrentes de tais medidas o efeito da curvatura terrestre e a refração atmosférica. A eliminação ou correção de tais efeitos é obtida através de técnicas de medição ou de correções efetuadas sobre as medidas.

O efeito combinado na determinação altimétrica da refração atmosférica e da curvatura terrestre pode ser quantificado aproximadamente pela expressão

$$(r+c) = 0{,}0675 \times d^{2},$$

onde (r+c) é o valor de efeito conjunto de refração e curvatura terrestre em metros (m) e d é a distância nivelada em quilômetros (km).

Da expressão depreende-se que para um lance de nivelamento da ordem de 5 km, o efeito conjunto implicará em uma diferença entre o valor real e o observado da ordem de 1,7 m. A exatidão do nivelamento trigonométrico é uma função que depende basicamente das condições atmosféricas e da exatidão do ângulo vertical observado, uma vez que as distâncias observadas com os MED (medidores eletrônicos de distâncias) são normalmente de precisão superior à medidas angulares. Para distâncias niveladas por lances superiores a 300 m, devem, portanto ser efetuadas as reduções conjuntas de refração e curvatura terrestre.

Nas operações trigonométricas os melhores resultados decorrem de visadas menores que 5 km. São desaconselháveis lances longos no desenvolvimento das poligonais que objetivam, também, determinações altimétricas. No nivelamento trigonométrico deverão ser observadas as seguintes prescrições:

1. Pontos de partida e chegada distintos e de acurácia superior às exigidas nas determinações finais.

2. Medição de ângulos zenitais através de visadas recíprocas (o uso de recíprocas e simultâneas é opcional), com desnível entre as estações sendo obtido a partir da média dos desníveis observados em ambos os sentidos.
3. Horário de observação entre 10:00 h e 16:00 h (hora local).
4. Ângulos zenitais medidos em uma série de 6 observações independentes.
5. Variação máxima entre as medidas angulares de 8”.
6. Observações meteorológicas de temperatura, umidade relativa e pressão barométrica no momento das observações.
7. Instrumento de resolução vertical igual ou melhor que 2”.
8. Distâncias observadas em uma série de seis medidas. Uma série completa de medidas consiste em uma seqüência de observações independentes, na qual o instrumento é apontado para o prisma e tem suas leituras repetidas.
9. Deverão ser utilizadas as constantes aditivas do sistema de medição de distâncias (distanciômetro e prismas) quando aplicáveis.
10. Correções atmosféricas das medidas eletrônicas e geométricas (ao horizonte, nível médio, corda ao arco) deverão ser efetuadas sempre que as distâncias observadas forem superiores a 2,5 km.
11. O desenvolvimento deverá ser de no máximo 10 lances entre pontos de altitude conhecida;
12. Valor de erro de fechamento em ponto de altitude conhecida 0,5 m.

2.5.1.2 Nivelamento geométrico (diferencial).

Para Domingos (2000), o uso do nível de precisão (figura 3), para execução do nivelamento geométrico, deverá ser empregado sempre que o transporte altimétrico exigir precisão compatível com a Classe A2 ou superior estabelecida pela NB 13133 da ABNT. Na obtenção dos desníveis entre ré e vinte, deverão ser utilizados instrumental e observadas as prescrições seguintes:

1. Níveis de precisão com sensibilidade mínima de 40”/2mm.
2. Níveis a laser ou automáticos que utilizem código de barras.
3. Os lances de nivelamento terão extensão máxima de 200 m, instrumento estacionado, aproximadamente, no meio do lance de modo a eliminar a propagação de erros sistemáticos da curvatura terrestre e da refração;
4. A discrepância máxima entre as distâncias das visadas a ré e a vante será de 10 m.
5. Cada seção, segmento de linha entre duas referências de nível (RNs), deverá ser nivelada em ida e volta e terá um comprimento máximo de 3 km.
6. O comprimento máximo do circuito deverá ser de 25 km.
7. Deverão ser utilizadas miras dobráveis ou telescópicas com graduação centimétrica calibrada.
8. As leituras estadimétricas deverão ser efetuadas a uma distância mínima de 50 cm do solo para evitar o efeito da reverberação.

9. Utilizar sapatas para posicionar a mira, nunca a colocando diretamente sobre o solo.
10. As referências de nível (RNs) serão caracterizadas por marcos de concreto, idênticos aos utilizados na materialização de estações poligonais geodésicas, com placa identificadora com inscrições próprias.
11. Diferença máxima aceitável entre nivelamento e contra-nivelamento de uma sessão para as classes A1 e A2 respectivamente $8mm\sqrt{D}$ e $12mm\sqrt{D}$, onde D é a distância percorrida na sessão em km.

Figura 3- Nível óptico e régua graduada, ambos da marca BERGER

O uso do nivelamento geométrico embora seja o mais preciso, tem como fatores limitantes para seu uso, o tempo de trabalho e o seu custo, sendo, portanto em grandes áreas utilizados o método de levantamento trigonométrico pela sua facilidade de execução e agilidade na execução.

2.5.1.3 Nivelamento diferencial com o GPS

Ainda Domingos 2000 comenta que, a grandeza correspondente à altitude ortométrica e que é obtida diretamente pelo GPS é a altura elipsoidal ou separação entre a superfície terrestre e uma superfície elipsoidal de revolução. Esta tem caráter puramente geométrico e é decorrente de uma transformação matemática entre coordenadas cartesianas [X, Y, Z] e geodésicas [φ, λ, h]. Ao contrário, a altitude ortométrica tem ligação intrínseca com o campo de gravidade e tem, portanto um comportamento não definido matematicamente. A combinação entre a altura elipsoidal, a separação geóide-elipsóide e a altitude ortométrica fornecem, o meio correto para transporte em questão como demonstra a expressão:

$$\Delta H = \Delta h - \Delta N$$

onde: ΔH é a diferença das altitudes ortométricas entre dois pontos

ΔN é diferença das ondulações geoidais entre os pontos

Δh é a diferença entre as alturas elipsoidais dos pontos

Os valores de ondulação geoidal podem ser obtidos da interpolação sobre mapas geoidais ou obtidos de modelos do geopotencial. Em ambos o caso é necessário estar atento para o sistema geodésico ou datum ao qual as medidas estão referidas. O mapa geoidal do Brasil, publicado pelo IBGE/EPUSP fornece valores referidos ao datum SAD69 e deve relacionar as altitudes ortométricas com as alturas elipsoidais reduzidas a este Datum. É necessário, portanto que a altura elipsoidal a ser reduzida para

altitude ortométrica esteja referida ao SAD-69 antes da aplicação da correção referente à separação geóide-elipsóide fornecida pelo mapa publicado pelo IBGE/EPUSP quando da utilização deste.

O nivelamento diferencial com o GPS deverá ser efetuado mediante as seguintes especificações:

1. Utilizar-se-á de técnicas diferenciais.
2. Deverá utilizar como observáveis para o processamento diferencial a dupla diferença de fase da portadora.
3. Modo de rastreamento estático, rápido estático ou pseudocinemático, desde que obedecidas as condições referentes aos modos de rastreamento.

4. A expressão $\Delta H = \Delta h - \Delta N$ deverá ser empregada levando em consideração a convenção que valores de ondulação geoidal positivos (+) indicam a superfície geoidal situada acima do elipsóide e vice-versa.

4. Considerando que as ondulações geoidais são obtidas com acurácia relativa de 10 mm/km, este deverá ser o máximo nível de acurácia garantido no nivelamento com o GPS com nível de confiança de 68% (1σ).
5. Considerando-se que os erros de transporte com o GPS compõem-se aleatoriamente com os erros do mapa, a acurácia final deverá ser o resultado da propagação de ambos, ou seja, a composição do erro de posicionamento com o erro do mapa geoidal.

2.5.2 Precisão dos levantamentos altimétricos

A precisão, tolerância ou erro médio de um nivelamento é função do perímetro percorrido com o nível (em km) e, de acordo com GARCIA e PIEDADE (1984), classifica-se em:

- Alta ordem: o erro médio admitido é de ±1,5mm/km percorrido.
- Primeira ordem: o erro médio admitido é de ±2,5mm/km percorrido.
- Segunda ordem: o erro médio admitido é de 1,0cm/km percorrido.
- Terceira ordem: o erro médio admitido é de 3,0 cm/km percorrido.
- Quarta ordem: o erro médio admitido é de 10,0cm/km percorrido.

Onde o erro médio é avaliado da seguinte forma:

Para poligonais fechadas: é a soma algébrica das diferenças de nível parciais (entre todos os pontos).

Para poligonais abertas: é a soma algébrica das diferenças de nível parciais (entre todos os pontos) no nivelamento (ida) e no contranivelamento (volta).

Este erro, ao ser processado, poderá resultar em valores diferentes de zero, para mais ou para menos, e deverá ser distribuído proporcionalmente entre as estações da poligonal, caso esteja abaixo do erro médio total temível.

Assim, para ESPARTEL (1987), o erro médio total temível em um nivelamento para um perímetro **P** percorrido em quilômetros, deverá ser:

$$\boxed{e_m = \pm 5mm\sqrt{P}}$$

E o erro máximo admissível, segundo o mesmo autor, deverá ser:

$$\boxed{e = 2{,}5.e_m}$$

Segundo ABNT (1994) os valores limites de classes aceitáveis são os descritos na tabela 6 abaixo.

Tabela 6. Classes de acordo com a acurácia altimétrica "A"

1	**2**	**3**	**4**
Classe	**Dif./D (mm/km)**	**Acurácia após ajustamento (95%)**	**Finalidade**
A1	5	$+/- \ 12mm\sqrt{D}$	Controle A Engenharia
A2	10	$+/- \ 18mm\sqrt{D}$	Controle B
A3	20	+/- 0,2 m / estação	Cadastrais Topografia

Dif.= Diferença expressa em milímetros

D = Distância acumulada em quilômetros.

2.5.3 Altitude ortométrica x altitude elipsoidal

Para Timbó (2000), o resultado do levantamento GPS utilizando levantamento relativo diferencial é um poliedro de estações com as posições relativas conhecidas com alta precisão, porem o erro de posição da estação da base ou de referencia será propagado para as estações moveis, por isso é desejável que o ponto fixo tenha coordenadas geocêntricas precisas. Estas posições podem ser expressas por coordenadas elipsoidais (geodésicas) latitude, longitude e altitude. A altitude utilizada na pratica e adotada oficialmente no Brasil é referida ao geóide (chamada altitude ortométricas h). As altitudes fornecidas pelo GPS são altitudes elipsoidais ou altitudes geométricas (H), referidas ao datum de WGS84. As duas altitudes são ligadas pela Altura Geoidal através da formula abaixo.

$$H = h + N$$

Altura geoidal ou ondulação geoidal (N) – é o desnível da superfície do geóide acima ou abaixo da superfície de um determinado elipsóide, conforme ilustra a figura 4.

O conhecimento da altura geoidal é de suma importância nas medições altimétricas por meio do Sistema GPS. A altitude GPS deve ser subtraída da altura geoidal para ficar referida ao geóide. A altura geoidal pode ser obtida por intermédio do mapa ou modelo geoidal. Existem modelos geoidais precisos disponíveis para varias partes do mundo. Estes modelos geoidais precisos são baseados na expansão dos harmônicos esféricos do campo da gravidade terrestre e incorporam dados da gravidade para levar em consideração as variações locais e regionais. Utilizando modelos geoidais

precisos o GPS tem o potencial para substituir grandes partes das operações convencionais de nivelamento geométricos em muitas aplicações. Os mapas e modelos geoidais publicados pelo IBGE estão referenciados ao datum SAD69, portanto é necessário transformar as coordenadas WGS84 em SAD69 antes de aplicar os mapas/modelos geoidais do IBGE para conversão de altitudes.

Ainda Timbó (2000), o modelo global mais comum é o OSU-91A com resolução de 50 km. Seu erro absoluto no Brasil é da ordem de 2 m e o erro relativo da ordem de 1mm/km. A ausência e má distribuição de dados gravimétricos em certas regiões da Terra podem degradar os modelos, certas anomalias geoidais podem estar ausentes no mapa. Só há sentido na conversão de altitudes no posicionamento relativo, pois o erro nas determinações isoladas é geralmente superior à ondulação geoidal.

Outra solução que esta sendo adotada para a conversão de altitudes é a modelagem local do geóide baseada na medição de altitudes GPS sobre Referencias de Níveis de altitude ortométricas conhecidas. As diferenças encontradas fornecem por interpolação as alturas geoidais em qualquer ponto da região considerada.

A precisão de 1 a 2 ppm típica das redes GPS, geralmente supera a precisão das redes geodésicas de primeira ordem existentes (10 ppm) determinadas pelos métodos tradicionais de triangulação, trilateração e poligonação geodésicas.

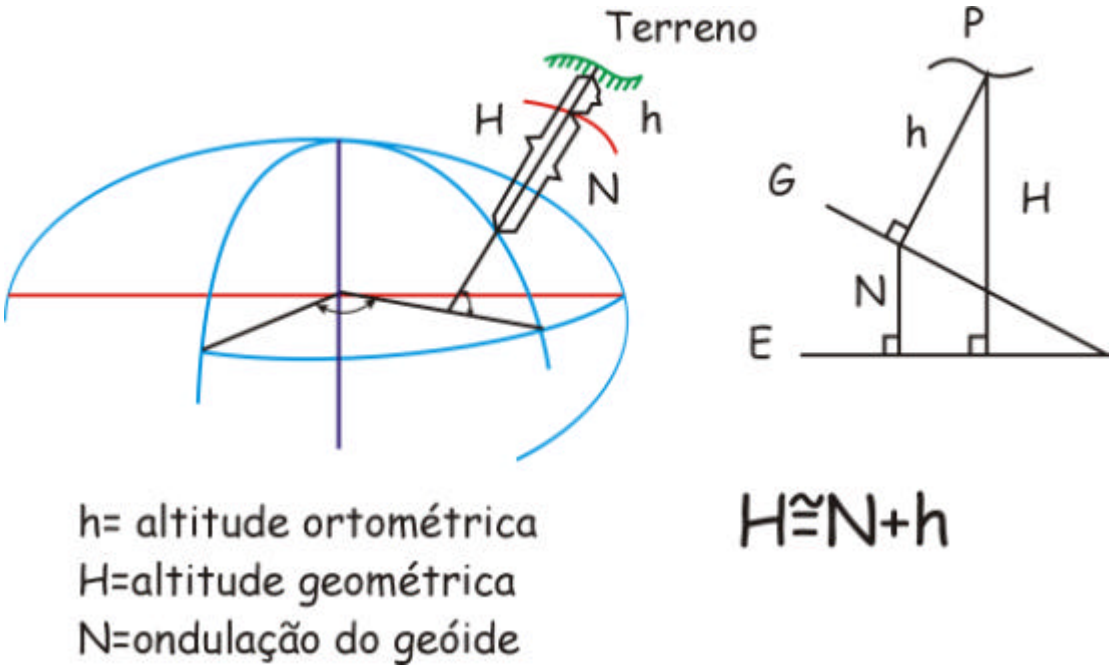


Figura 4– altitude geométrica x altitude ortométrica

2.5.4 Altimetria x GPS

Há uma expectativa de usar o sistema GPS para determinar a altitude ortométrica, evitando assim a onerosa operação do nivelamento geométrico. Ao nível de precisão que normalmente se requer a altimetria, isto não pode ser feito com o código C/A. Seria possível usar o código P e com certeza a fase de batimento da portadora.

Para Blitzkow 1998 por meio das observações GPS no método diferencial obtém-se as coordenadas cartesianas X, Y e Z de um ponto desconhecido em função das diferenças de coordenadas fornecidas pelo GPS e das coordenadas supostamente conhecidas do ponto de partida. A relação entre as coordenadas cartesianas e as geodésicas é:

$$X = (N + h) \cos\varphi \cos\lambda$$

$$Y = (N = h) \cos\varphi \operatorname{sen} \lambda$$

$$Z = [N (1 - e^2) + h] \operatorname{sen}\varphi$$

A partir das quais o termo geodésico (**j , l , h**) é obtido em função de (X, Y, Z). A longitude é derivada diretamente enquanto a latitude e a altitude geométrica são calculadas por um processo interativo. A grandeza altimétrica que compõe o termo geodésico é a altura geométrica h. Esta se relaciona com a altitude ortométricas H de maneira aproximada, por meio da altura geoidal N:

h @ N + H

A aproximação é devida ao fato das três grandezas não serem colineares. Assim, a determinação de H utilizando o GPS implica no conhecimento da altura geoidal.

Contribuem atualmente para a determinação das alturas geoidais os modelos do geopotencial, os levantamentos gravimétricos e as observações sobre os satélites artificiais quando conduzidas sobre a rede de nivelamento. No primeiro segundo, as anomalias da gravidade são utilizadas na integral modificada de Stones para obter a componente de curto comprimento de onda da altura geoidal. Finalmente observações aos satélites artificiais, sejam com antigo sistema TRANSIT ou atualmente com o GPS, sobre a rede de nivelamento, permitem o uso de **h @ N + H** para determinar N, uma vez que H é conhecido do nivelamento.

Estudos realizados, pela Fundação IBGE e Universidade de São Paulo ao longo dos últimos anos teve como resultado uma melhoria significativa na carta geoidal no Brasil. Levantamentos gravimétricos também têm sido intensificados de modo a melhorar a cobertura, sobretudo em regiões

vazias. Estes dados resultaram em um novo modelo geopotencial, EGM9696, cujo erro absoluto desta carta é inferior a 2 m e o relativo de 2 cm/km ou 20 ppm.

Ainda segundo Blitzkow 1998, o sistema GPS sempre trabalha no modo diferencial quando as precisões exigidas são altas. Se na estação de referencia do GPS a altura geoidal for conhecida de alguma forma e a estação a determinar não estiver muito distante, ou seja, poucas dezenas de quilômetros, o uso da diferença de altura geoidal entre os dois pontos pode oferecer uma maior confiança na determinação da altitude ortométrica com o sistema GPS. Assim, sejam os pontos 1 e 2 com as respectivas coordenadas geodésicas, altura geoidal e altitude ortométrica:

Ponto 1: j_1, l_1, h_1, N_1, H_1

Ponto 2 : j_2, l_2, h_2, N_2, H_2

Considere-se a diferença de altitude geométrica entre os dois pontos:

$$h_2 - h_1 = dh \quad \text{ou} \quad H_2 + N_2 - H_1 - N_1 = dh$$

$$H_2 = H_1 - N_2 + N_1 - dh \quad \text{ou ainda}$$

$$H_2 = H_1 + (N_2 - N_1) - dh$$

Finalmente : $H_2 = H_1 + dN + dh$

Admitindo que o ponto 1 seja inteiramente conhecido, obtem-se a altitude ortométrica de 2 em função da diferença de altura geoidal e da diferença de altitude geométrica entre os dois pontos. A vantagem é que a carta geoidal necessita de uma precisão relativa e não absoluta compatível com a exigência do levantamento, o que é sempre mais viável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo esta situada no Campus “Luiz de Queiroz”-USP no município de Piracicaba Estado de São Paulo, na Área Experimental do Departamento de Engenharia Rural, Fazenda Areão, sob o pivô central, nas coordenadas geográficas de 22º42’40,17062” de latitude sul, 47º37´46,70154” de longitude oeste e altitude media de 547,467 m, adotado como datum o WGS 84, conforme detalhes da figura 5.

Possui a mesma área de aproximadamente 90.000,00 m^2, com declividades variáveis, contendo culturas de café e pastagens, divididas em vários “talhões”.

O marco de monitoramento onde foi instalado a base dos receptores GPS geodésico esta situada na laje do laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ - USP, cujas coordenadas geográficas de 22º42'40,52591" S de latitude e 47º37'48,08741" W de longitude adotado como datum o WGS 84.

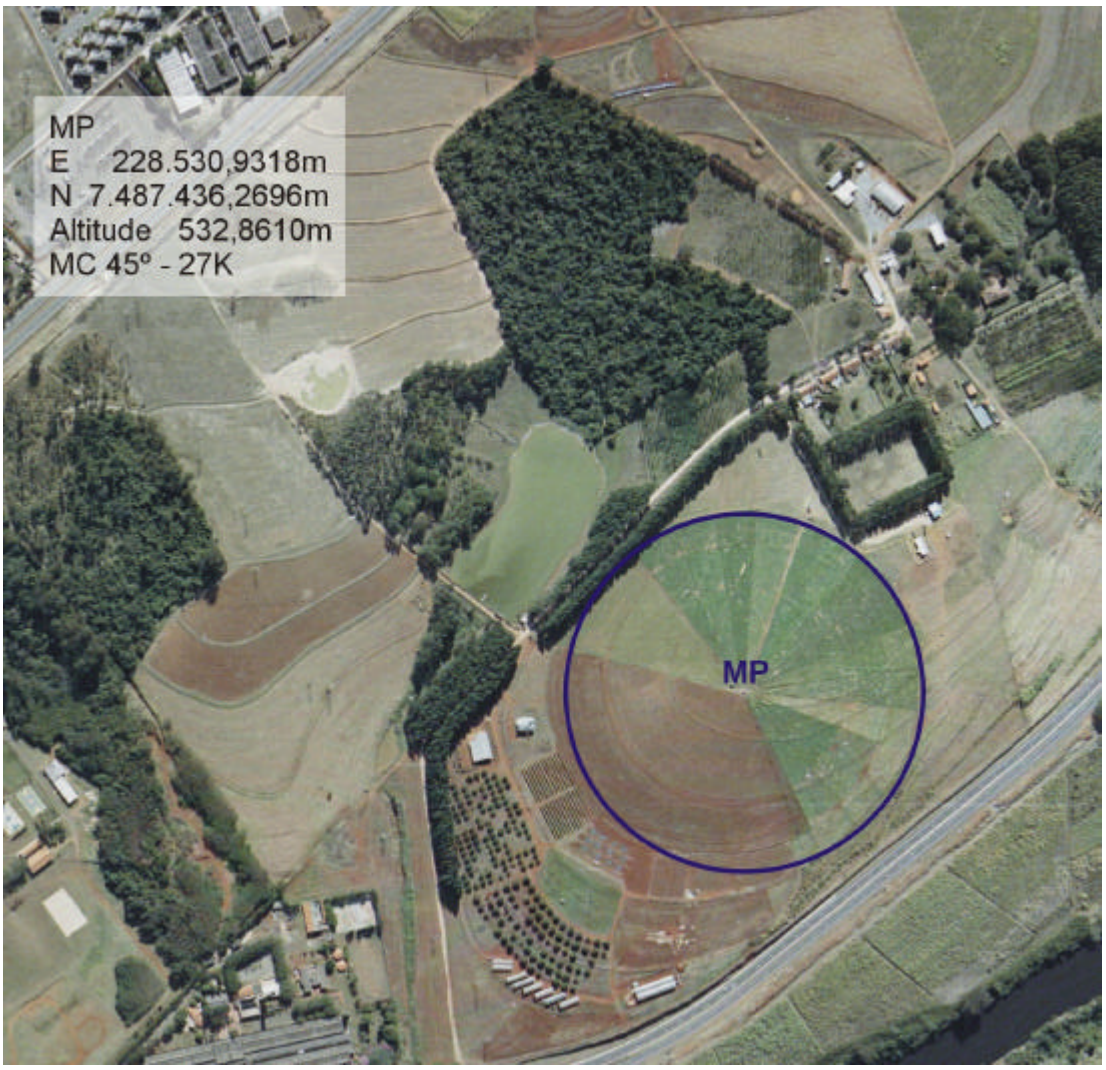


Figura 5– Pivô Central – Fazenda Areão – USP –Piracicaba - S.P.

3.1.2 Equipamentos utilizados

3.1.2.1 Estação Total marca SOKKIA, modelo SET 3 E

Equipamento aferido com leitura de distância de até 1500 m com um prisma e 4500 m com três prismas, com precisão de 0,5 mm ± 5 ppm, leitura angular de l" e precisão de 3"; sendo classificada segundo a norma NBR

13.133 da ABNT, como de alta precisão e tendo como acessórios, tripé, dois bastões com um prisma cada um, coletor de dados marca SOKKIA, modelo SDR 31, com capacidade de armazenamento de até 5000 pontos,(figura 6).

O uso do coletor além de propiciar maior rendimento, tem como principal vantagem à rapidez e confiabilidade da transferência de dados para o computador, dando assim maior confiabilidade e precisão no levantamento, pois evita-se assim os erros de digitação ou de marcação errada nas planilhas de campo.

Figura 6- Estação total marca SOKKIA modelo SET 3E

3.1.2.2 Base modelo GTRA, marca Tech Geo.

Como estação base foi utilizado o equipamento GTRA, (figura 7) fabricado pela Tech Geo, que consiste de uma antena externa com receptor

GPS de 12 canais embutido junto à antena, com 4 Mb de memória, com capacidade de armazenamento de até 200.000 pontos.

Figura 7– GPS geodésico - Base GTRA – Tech Geo

Foram configuradas para coleta de dados, épocas a cada 2 segundos, ângulo de corte 10º e constelação mínima de 5 satélites, utilizando o *software* Útil do Ezsurv, que permite fazer o gerenciamento da estação base, bem como a criação e armazenamento dos arquivos com as informações recebidas dos satélites referentes a períodos de uma hora, para posterior processamento dos dados. É um equipamento indispensável quando se utiliza a técnica de processamento DGPS.

3.1.2.3 Receptor GPS modelo GTR1

Fabricado pela Tech Geo, com precisão estática de 0,5 cm ± 10 ppm e precisão dinâmica de 10 a 20 cm. Equipamento com 12 canais paralelos, 4MB

de memória, bateria interna para 12 h de operação, Antena geodésica L1, suporte de bastão para antena e prisma; 12 canais paralelos para sintonia de até 12 satélites simultaneamente; recepção e gravação do código C/A e portadora L1; memória interna de 4MB; precisão diferencial de 0,5cm + 1ppm no modo estático para distâncias de até 20 km; precisão diferencial de 1,0cm + 2ppm no modo cinemático, STOP&GO, e que opera com o *software Ezsurv*. Com este equipamento é possível realizar levantamentos dos tipos: estático, estático rápido e cinemático. Tem uma precisão em nível de decímetros, quando utilizado o método medição diferencial (DGPS) pós-processado e em boas condições de campo (figura 8).

Foi configurado para operar com épocas de 2 segundos, com tempo estático de 15 segundos por ponto, constelação mínima de 5 satélites, ângulo de corte de 10°, utilizando o *software* Útil do Ezsurv.

Figura 8– GPS geodésico - Receptor GTR1 TechGeo

3.1.2.4 Receptor GPS Garmin modelo Etrex, de navegação.

Receptor GPS de navegação, (figura 9) pronto para diferencial, com antena embutida e12 canais em paralelo, tempo de aquisição de aproximadamente 15 segundos em warm start e cold start e aproximadamente 5 minutos para o “autolocate”. Sua precisão 1 a 15 metros despendendo das condições de execução do trabalho. Possui interfaces NMEA 0183, RTCM 104 e RS-232 para interface com PC e com capacidade de armazenamento de 500 pontos,.

Figura 9 - GPS de navegação marca Garmin – modelo Etrex

3.1.2.5 Microcomputador

Para o processamento e a analise dos dados levantados no campo, foi utilizado um microcomputador ATHLON 1.7 XP, com 256 MB de memória

RAM e HD de 40 GB, contendo instalados os programas necessários para o desenvolvimento e processamento dos dados.

3.1.3. Programas computacionais - *Softwares*

3.1.3.1 Sistema TOPOEVN

O TopoEVN Fácil versão 5.0 for Windows desenvolvido pela – EVN Automação Topográfica Ltda. é um sistema para cálculos, desenhos e projetos topográficos. Possui planilha completa e um módulo CAD próprio, em português, específico para desenhos topográficos. Além de ferramentas para perfil, seção, volumetria e visualização 3D. Possui módulo caderneta de campo com inúmeros recursos e registro de várias poligonais simultaneamente.O Processamento dos dados: desde um simples levantamento taqueométrico até uma sofisticada poligonação com reiterações. Ajustamento das poligonais: tradicional e MMQ. Moderno CAD, em português: específico para desenhos e projetos para topografia. Ferramentas do CAD: divisões e cálculos de áreas, roteiros perimétricos e memoriais descritivo, manipulação de escala, projeto de locação, legendas, tabelas, curva circular. Ferramentas para altimetria como interpolação e traçado de curvas de nível e volumetria. Modelo Digital do Terreno, definição automatizada do MDT com linhas obrigatórias ou de quebra. Cria perfil, defini e edita seções e calcula volumes de corte e aterro entre elas. Interface de dados e desenhos através dos formatos DWG. Todos os procedimentos de cálculos são mencionados.

3.1.3.2 AutoCAD LT 2000 - da Autodesk

Software específico para desenhos e projetos na área de engenharia.

3.1.3.3 EZSurv da Tech Geo

Conjunto de *softwares* composto de:

Útil – utilizado para configuração, descarregar arquivos e limpeza de memória da base e receptor GPS;

Planner – . Este *software* elabora, para um determinado local e período de tempo, uma projeção do sistema NAVSTAR, proporcionando ao usuário o número de satélites disponíveis acima da linha do horizonte a sua geometria de posicionamento, bem como a diluição de precisão (DOP) do sistema.

Post Processor – processamento dos dados e relatórios.

Graphics – confecção de desenhos sem detalhes específicos.

3.2 Métodos

3.2.1 Seleção das áreas de estudo

Para a avaliação do desempenho dos equipamentos, foi selecionada a área do pivô central na Fazenda areão, devido ao fato da mesma conter situações distintas, declividades variáveis entre 0 a 10%, onde foram selecionadas 3 áreas de mesma dimensão (50 m x 150 m), mas com declividades diferentes no sentido longitudinal .

O experimento visou fazer uma análise comparativa dos resultados dos Modelos Digitais do Terreno (MDTs) levantadas com os equipamentos Estação total, que foi tomado como testemunhas, e utilizando as

informações coletadas pelos receptores de GPS de navegação e geodésico, comparando assim os volumes dos MDTs em relação a uma cota previamente estabelecida para todas as áreas.

A pesquisa teve também como objetivo comparar os dados coletados em diferentes declives das áreas sob o pivô central, para análise da variabilidade dos mesmos em diferentes declividades em que foi instalado o experimento. Estes declives estão descritos a seguir:

- D1: declive de 0 a 1%;
- D2: declive de 2 a 4%;
- D3: declive de 5 a 8%.

Cada declive foi subdividido em três áreas distintas, dadas por:

- Área A, B e C de 2500 m^2 ;(figura 10)

Os dados analisados foram obtidos em 36 pontos, em malha quadrada com distancias entre eles de 10 metros, proveniente de cada área dentro de cada declive, sendo que a variável de interesse foi a diferença das altitudes ortométricas obtidas entre os dados coletados pela estação total e os dados coletados pelos receptores GPS geodésico e de navegação.

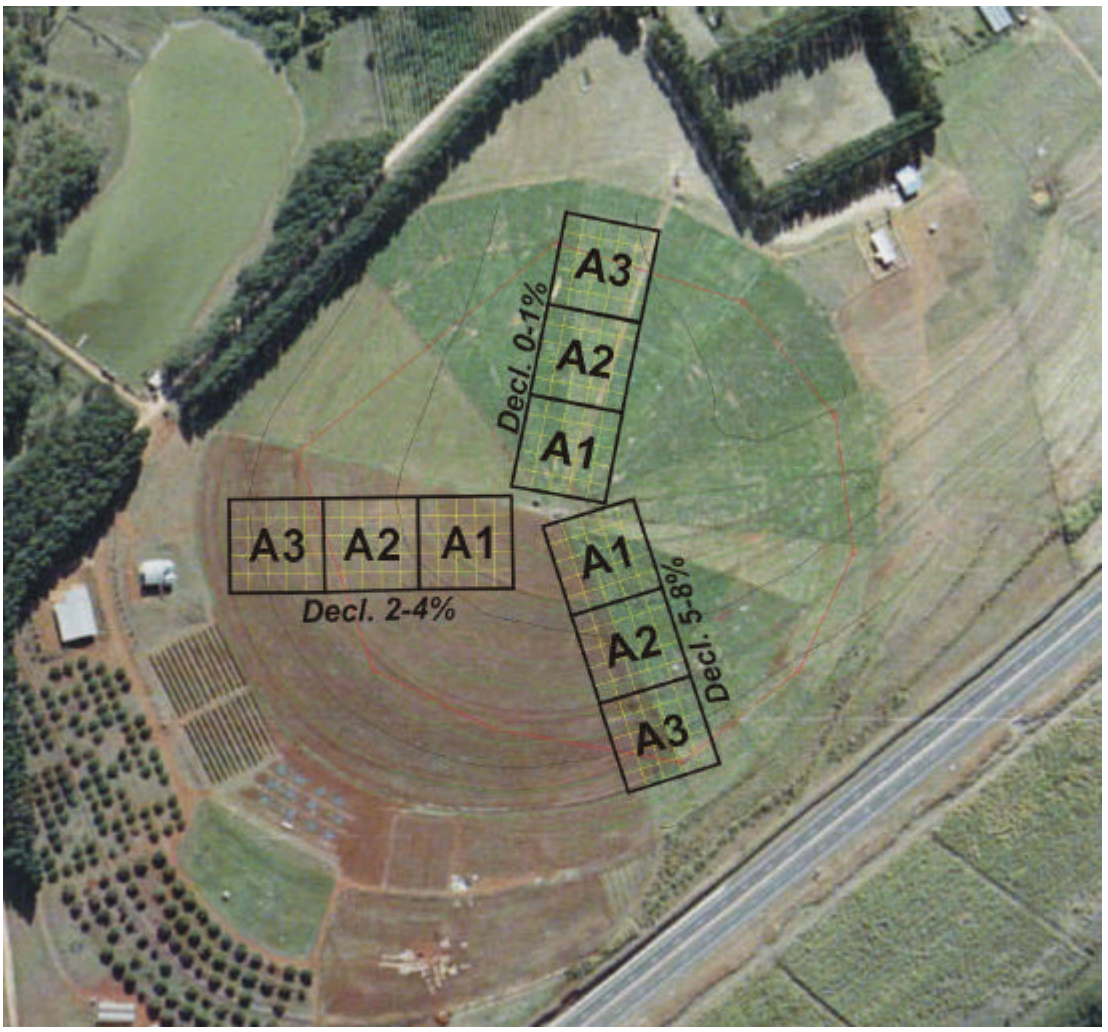


Figura 10 - Localização das áreas com as respectivas declividades;

3.2.2 Planejamento de Campo

Elegeu-se, como base de dados os coletados pela estação total, obtidos a partir de uma malha retangular de aproximadamente 20 metros na área total do pivô, para uma avaliação das superfícies elaboradas pelos dados coletados pelos diferentes equipamentos, e um plano com a menor altitude encontrada pelos mesmos, gerando assim um volume para fins comparativo.

De posse dos dados da superfície foram demarcadas as três áreas de declividades diferentes onde foram coletados para análise dos volumes contendo cada uma 7.500,00 m^2 (50,00 x 150,00 m) e subdivididas em 3 áreas de 2500 m^2 (50,00 x 50,00 m) , nas áreas de maior, media e menor declividades, sendo que a malha aleatória e quadrada, porem com distância de aproximadamente 10 metros entre os pontos, a fim de permitir uma melhor exatidão na obtenção de dados para elaboração da superfície e posterior calculo de volumes.

Para o planejamento da missão de campo para uso do GPS geodésico, foi utilizado o programa EzSurv Planner da empresa Tech Geo e levou-se em consideração qual o período do dia mais adequado para o levantamento dos pontos com relação ao número de satélites disponíveis e PDOP, sendo que, os dias mais propícios para realização dos trabalhos na época dos levantamentos foram:

- Poligonal de base: dias 26 de julho de 2002;
- Área total do pivô central: dia 27 e 29 de julho de 2002;
- Áreas específicas: dia 29 de julho de 2002;

Nos dias acima relacionados, antes da ida ao campo, instalou-se a antena receptora da estação base sobre um marco de coordenadas conhecidas (47°37'48,08741" W e 22°42'40,52591" S), situado no teto do Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ / USP, que estava conectada a um receptor GPS GTRA de 12 canais com memória de 4 Mb, que faz o armazenamento dos dados da estação base, para posterior processamento dos dados.

3.2.3 Levantamento topográfico dos pontos

Com a finalidade de obter com a estação total os valores das coordenadas planialtimétricas que serão considerados como testemunhas, foi levantada uma poligonal com nove pontos materializados e identificados por piquetes de madeira, segundo a NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico, a poligonal da classe III P, onde a medida angular foi feita pelo método das direções, com uma série de leituras conjugadas direta e inversa, horizontal e vertical, e a medida linear foi feita com leituras recíprocas vante e ré com estação total classe III, ou seja, considerada de alta precisão, e os pontos irradiados coletados perfazendo uma malha quadrada de pontos com distancias próximas de 20 metros de dstância entre eles, na área total, e em locais de pontos topográficos de importância levantada em distancias aleatória, sendo que o equipamento e o coletor empregado foram o SOKKIA SET 3E e o coletor de dados SOKKIA SDR31.

O processamento dos dados da poligonal do levantamento topográfico foi feito com o programa TOPOEVN Fácil, que apresentou os coeficientes técnicos apresentados na Tabela 07.

Os levantamentos executados pelos GPS geodésico e GPS de Navegação na poligonal de base foram realizados simultaneamente com o topográfico realizado pela estação total, sendo que a antenas e o receptor GPS geodésico e o GPS de navegação estavam acoplados no mesmo bastão, conforme mostra a figura 11, sendo seus dados demonstrado nas Tabelas 07 e 08.

Tabela 7. Coeficientes técnicos do levantamento planialtimétrico dos pontos

Número de vértices da poligonal principal: 09	Perímetro percorrido: 879,9995m
Erro angular de fechamento: 00°02'25"	Erro linear relativo: 1/58.666
Erro angular médio por estação: 00°00'16"	Erro linear / mil: 0,017‰

Figura 11- Bastão com antena do GTR1 e prisma para leitura da estação total

Tabela 8. Dados de coordenadas comparativos entre estação total X GPS geodésico

Estação	N (Y)	E (X)	Altitude	N (Y)	E (X)	Altitude	D Y	D X	D Altitude
E1	7487472,127	228355,737	527,146	7487472,139	228355,742	527,149	-0,012	-0,005	-0,003
E2	7487585,553	228492,475	533,168	7487585,568	228492,478	533,176	-0,015	-0,003	-0,008
E3	7487553,605	228591,567	536,340	7487553,626	228591,552	536,360	-0,021	0,015	-0,020
E4	7487492,311	228639,826	534,944	7487492,308	228639,805	534,969	0,003	0,021	-0,025
E5	7487418,889	228649,751	528,781	7487418,900	228649,750	528,790	-0,011	0,001	-0,009
E6	7487355,043	228621,084	524,203	7487355,027	228621,109	524,211	0,016	-0,025	-0,008
E7	7487305,191	228558,707	523,429	7487305,188	228558,722	523,466	0,003	-0,015	-0,037
E8	7487323,354	228459,495	527,129	7487323,346	228459,480	527,158	0,008	0,015	-0,029
E9	7487354,684	228396,116	527,214	7487354,678	228396,1	527,245	0,006	-0,005	-0,031

Tabela 9. Dados de coordenadas comparativos entre estação total X GPS de navegação

Estação	N (Y)	E (X)	Altitude	N (Y)	E (X)	Altitude	DY	D X	DAltitude
E1	7487472,127	228355,737	527,146	7487474,459	228351,470	532,692	-2,332	4,267	-5,546
E2	7487585,553	228492,475	533,168	7487586,733	228494,117	542,065	-1,180	-1,642	-8,897
E3	7487553,605	228591,567	536,340	7487567,47	228606,32	543,06	-13,832	-14,765	-6,686
E4	7487492,311	228639,826	534,944	7487498,980	228637,232	549,996	-6,669	2,594	-15,052
E5	7487418,889	228649,751	528,781	7487429,053	228651,593	547,352	-10,164	-1,842	-18,571
E6	7487355,043	228621,084	524,203	7487360,260	228618,518	545,910	-5,217	2,566	-21,707
E7	7487305,191	228558,707	523,429	7487308,658	228563,614	540,142	-3,467	-4,907	-16,713
E8	7487323,354	228459,495	527,129	7487308,874	228447,814	538,700	14,480	11,681	-11,571
E9	7487354,684	228396,116	527,214	7487366,027	228400,440	536,537	-11,343	-4,324	-9,323

O método de rastreamento utilizado foi o estático diferencial com tempo de rastreamento de 20 minutos para as estações, e o método estático rápido ou *"stop and go"*, configurado com rastreamento de 15 segundos por ponto para os pontos de cotas, tendo como constelação mínima de 5 satélites, PDOP inferior a 4 e ângulo de corte de 10° e posteriormente processado no *software* EzSurv.

Como os resultados obtidos estão de acordo com a precisão com as descritas pelo fabricante dos equipamentos, ou seja, precisão diferencial de 0,5cm + 1ppm no modo estático para distâncias de até 20 km; deu-se continuidade ao levantamento coletando assim os pontos de cotas num total de 384, conforme mostra em tabela em anexo I.

Os cálculos foram realizados por meio dos *softwares* TOPOEVN 5.0 FACIL, para os dados da estação total e EzSurv para os dados coletados pelo GPS geodésico que forneceu coordenadas geográficas no datum WGS 84, que posteriormente foram transformadas no sistema de coordenadas UTM .

Com os dados obtidos e considerando somente a variação das altitudes ortométricas, ou seja, desprezando os erros obtidos nas latitudes e longitudes foram calculadas a diferença de volumes entre as superfícies obtidas pelos diferentes equipamentos.

Após a realização do levantamento da área total do pivô central, analisou-se as possíveis áreas onde teríamos a menor, a média e a maior declividade na área estudada, onde seria realizado um levantamento em áreas de 50 x 150 metros, dividas em três áreas A,B e C onde foi realizado a

análise dos dados de variância assim como as diferenças de volumes entre elas.

3.3 Análise Estatística

As altitudes ortométricas dos pontos selecionados foram obtidas usando os dois receptores GPS e comparada com a altitude obtida pela Estação Total, encontrando assim em cada ponto um erro de medição para os dois equipamentos de GPS. Como foram tomados os mesmos pontos para observar o erro de medição do GPS geodésico e do GPS de navegação, e o resíduo do modelo apresentou heterogeneidade de variância e falta de normalidade, foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras sobre o mesmo indivíduo (amostras pareadas)[1].

Para comparar se existe diferença entre os declives (0 a 1%, 2 a 4%, 5 a 8%) considerando os erros de medição dos GPS geodésico e GPS de navegação separadamente, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, pois o resíduo do modelo apresentou heterogeneidade de variância e falta de normalidade.

Para testar as pressuposições de homogeneidade de variância e de normalidade para o resíduo do modelo, procedeu-se à análise exploratória de dados por meio da análise gráfica dos resíduos, que consiste em fazer um gráfico dos valores estimados pelo modelo da análise da variância versus os resíduos padronizados (erro referente a cada observação dividido pelo desvio padrão amostral). A forma desse gráfico permite detectar a falta de independência e a existência de heterogeneidade regular (que pode ser

eliminada através do uso de uma transformação adequada) ou irregular (que não permite transformação). O intervalo dos resíduos padronizados detecta se há algum (uns) valor (es) desviando-se da normalidade. Consideram-se normalmente distribuídos os resíduos que estiverem no intervalo de -3 a 3. Também foi feito o gráfico de "box-plot", que é uma representação gráfica dos dados visando evidências de dados discrepantes na amostra.

3.3.1 Variáveis estatística

Foram obtidas para todas as seguintes variáveis, as estatísticas:

Média Aritmética amostral

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

em que x_i denota a i-ésima observação da amostra considerada e n é o número total de observações.

Desvio Padrão Amostral: É uma estatística que mede a variação das observações em torno da média. É calculada pela expressão:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

3.3.2 Teste de Wilcoxon

Este teste foi introduzido por Wilcoxon (1945). Neste teste são considerados n pares de observações (X_i, Y_i), e utiliza-se o conceito de ordem (rank) para as diferenças entre X_i e Y_i, sendo que o teste baseia-se exclusivamente nas ordens das diferenças positivas, dadas por:

$$\mathbf{D_i = Y_i - X_i}$$

sendo que, X_i o erro de medição do GPS geodésico e Y_i o erro de medição do GPS de navegação.

Consideram-se os valores absolutos das diferenças D_i, isto é, $|D_1|$, $|D_2|$,...., $|D_n|$ e O_i a ordem de $|D_i|$, quando classificados em ordem crescente.

Considerando a variável indicadora:

$$A_i = \begin{cases} 1 \text{ se } Y_i > X_i \quad (D_i > 0) \\ 0 \text{ se } Y_i < X_i \quad (D_i < 0) \end{cases}.$$

A estatística do teste de Wilcoxon é definida por:

$$T = \sum_{i=1}^{n} O_i A_i \ .$$

Observa-se que T representa a soma das ordens das diferenças positivas D_i.

A hipótese a ser testada é dada por:

H_0: não existe diferença entre as médias dos erros de medição entre o GPS geodésico e GPS de navegação.

Considerou-se como nível mínimo para rejeição dessas hipóteses 5%, ou seja, sempre que o valor da probabilidade do teste T for menor ou igual a 0,05 ($\alpha \leq$ 0,05), rejeita-se a hipótese de nulidade, isto é, aceita-se que existe diferença significativa entre os aparelhos de GPS, ilustrada pela figura 12.

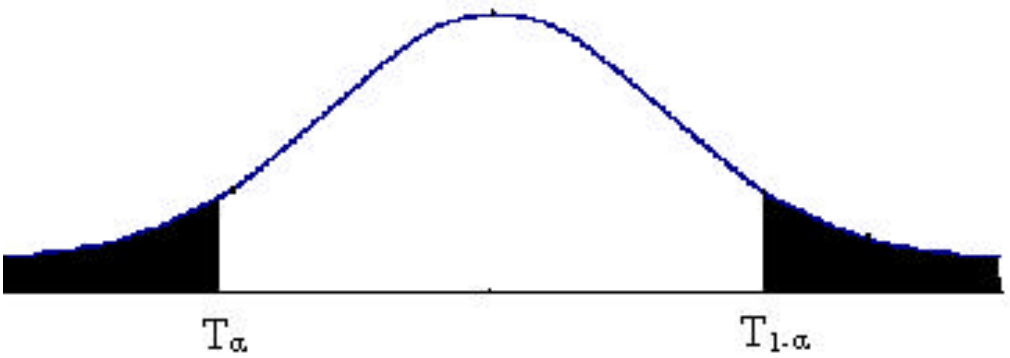


Figura 12 - Os valores para T_α e $T_{1-\alpha}$ são dados através de uma tabela apropriada, encontrada no livro Estatística experimental não-paramétrica, já referenciado

3.3.3 Teste de Kruskal - Wallis

O teste de Kruskal-Wallis foi introduzido por estes autores em 1952, como um substituto da análise de variância, para os casos em que os dados apresentem variâncias heterogêneas e dados sem distribuição normal.

A finalidade deste teste é estabelecer diferenças entre mais de dois tratamentos. Portanto, de acordo com a estrutura do teste, pode-se considerar:

H_0: não existe diferença entre as médias dos erros de medição do aparelho de GPS geodésico para os declives (0 a 1%, 2 a 4%, 5 a 8%);

H_0: não existe diferença entre as médias dos erros de medição do aparelho de GPS de navegação para os declives (0 a 1%, 2 a 4%, 5 a 8%).

Procedendo-se ao teste, ordenam-se as observações em ordem crescente atribuindo valor 1 para a primeira observação e N para a última observação.

A estatística do teste de Kruskal-Wallis é dada por:

$$H = \frac{12}{N \times (N+1)} \sum_{i=1}^{k} \frac{R_i}{n_i} - 3 \times (N+1),$$

sendo R_i a soma das ordens atribuídas ao i-ésimo declive e k o número total de observações.

Para testar H_0, ao nível α de significância, tem-se que:

rejeita-se H_0 se $H \geq h$

sendo

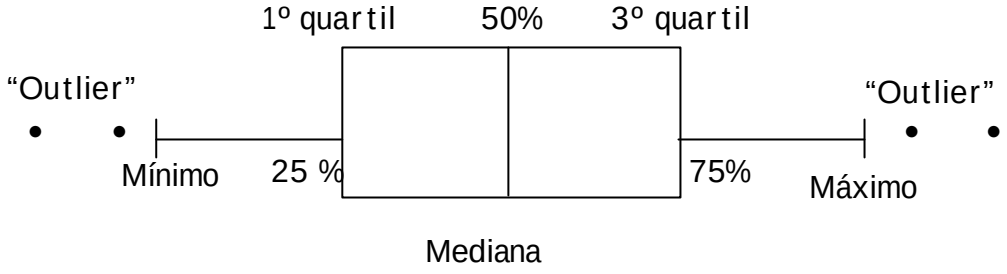
$$P(H \geq h) = \alpha$$

O valor de h é obtido através da tabela de probabilidade dada pelo teste de Kruskal-Wallis.

3.3.4 Análise Exploratória

A análise exploratória de dados (Hoaglin, et al., 1991), procedeu-se através de:

- **Gráfico "box-plot":** resume as principais estatísticas do conjunto de dados com a principal finalidade de verificar sua distribuição, sistematização de posição dos tratamentos nas variáveis e prováveis "outliers". Um gráfico de "box-plot", na forma abaixo, mostra as seguintes estatísticas:



"Outliers": valores iguais a 1º quartil – 1,5(3º quartil – 1º quartil)

ou 3º quartil + 1,5 (3º quartil – 1º quartil)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

Os dados obtidos do levantamento topográfico convencional coletado pela Estação Total, e os dados obtidos pelos receptores GPS para toda a área são apresentados no Anexo I.

Os dados obtidos no levantamento topográfico convencional coletado pela Estação Total e os dados obtidos pelos equipamentos GPS para as áreas de declividades de 0% a 2%, 2% a 5% e 5% a 8% , são apresentado, no Anexo II, sendo que os dados estatísticos são apresentados nas tabelas 11, 12 e 13. .

Em uma análise preliminar dos dados das tabelas citadas demonstra, como era de se esperar e conforme Timbo (2000), Vidal (1999) , Gilbert. (1998) , Simões (1998), Thorton et Jonathan (1997) e Segantine (2000), os erros obtidos na sua maior totalidade estão dentro das especificações fornecidas pelos fabricantes.

Para cálculo dos volumes entre a superfície gerada pelos pontos coletados pelos diferentes equipamentos (Anexo I), e um plano adotado na cota 519,00 metros, e tomando o *software* TOPOEVN FACIL 5.0 como base para realização dos cálculos de volumes para analisar os resíduos encontrados pelas diferentes superfícies obteve-se os resultados que constam da tabela 10.

Tabela 10. Dados dos volumes calculados no Software TOPOEVN 5.0 entre as superfícies geradas pelos dados obtidos em cada equipamento e a o plano de cota 519,000

Estação	GPSG	GPSN	Diferença Volume	Diferença Volume	% Volume	% Volume
52.201,929	53.653,812	224.135,769	+1451,883	+171.933,840	+2,780	+329,363

Utilizando os dados coletados em pontos do levantamento em áreas específicas, com declividades diferentes (Anexo II), elaborado com malha retangular, com espaçamento entre pontos de aproximadamente 10 metros, tomando como cota 519,00 metros como plano de referencia para corte e tomando o *software* TOPOEVN FACIL 5.0 como base para realização dos cálculos de volumes para analisar os resíduos encontrados pelas diferentes superfícies obteve-se os resultados que constam da Tabela 11.

Analisando os dados apresentados nas Tabelas 10 e 14, e de acordo com afirmações de Domingos (2000), Gilbert (1997) e Sá (2000), conclui-se que os volumes levantados pelos equipamentos Estação Total e GPS Geodésico levando em consideração a metodologia adotada têm resultados muito próximos, ou seja, erro volumétrico máximo de 2,780 % e, portanto seu uso pode ser recomendado para uso de sistematização de terras. Quando analisado os dados obtidos pelo GPS de Navegação, ou seja, erros volumétricos variando de ate 329,363 %, o mesmo se mostrou extremamente insatisfatório.

Tabela 11.Dados Estatísticos do levantamento planialtimétrico das áreas A, B e C com declividade média de 0% a 1%:

	ÁREA A			ÁREA B			ÁREA C		
Dados	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**
Média dos erros		-0,010	-8,724		-0,044	-7,114		0,078	-6,911
Desvio padrão		0,083	7,457		0,091	4,003		0,205	1,871
Coeficiente de variação		-801,575	-85,468		-208,622	-56,271		263,612	-27,074
Maior erro encontrado		0,369	9,370		-0,011	0,760		0,825	-2,302
Menor erro encontrado		-0,086	-21,297		-0,560	-16,161		-0,131	-11,257
Maior altitude	534,241	534,262	554,119	534,625	534,644	548,960	535,497	535,245	544,963
Menor altitude	532,699	532,735	524,029	532,698	532,744	533,481	532,934	532,626	536,023
Altitude média	533,439	533,449	542,163	533,700	533,742	540,812	534,084	534,006	540,995

Tabela 12.Dados Estatísticos do levantamento planialtimétrico das áreas A, B e C com declividade média de 2% a 4%:

	ÁREA A			ÁREA B			ÁREA C		
Dados	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**
Média dos erros		0,008	-5,287		0,047	-2,309		-0,103	-1,863
Desvio padrão		0,090	8,123		0,099	6,498		0,304	12,282
Coeficiente de variação		1170,920	-153,635		211,431	-281,411		-296,004	-659,156
Maior erro encontrado		0,093	13,448		0,608	13,065		0,142	20,206
Menor erro encontrado		-0,401	-17,180		0,001	-17,162		-1,363	-32,443
Maior altitude	533,621	533,594	549,927	531,500	531,499	548,136	527,738	527,713	557,935
Menor altitude	530,591	530,564	518,435	527,421	527,403	518,435	522,274	522,262	504,596
Altitude média	532,230	532,222	537,517	529,425	529,378	531,734	525,238	525,340	527,101

Tabela 13. Dados Estatísticos do levantamento planialtimétrico das áreas A, B e C com declividade média de 5% a 8%:

		ÁREA A			ÁREA B			ÁREA C	
Dados	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**	**Estação**	**GPSG**	**GPSN**
Média dos erros		-0,003	-2,950		0,046	-1,866		-0,047	-2,284
Desvio padrão		0,131	15,132		0,097	10,125		0,177	4,625
Coeficiente de variação		-4828,057	-512,890		209,314	-542,643		-378,897	-202,488
Maior erro encontrado		0,117	24,840		0,593	17,123		0,139	8,303
Menor erro encontrado		-0,503	-34,756		0,002	-26,494		-0,592	-11,155
Maior altitude	532,521	532,922	586,421	530,601	530,581	586,421	527,62	527,605	535,521
Menor altitude	529,721	529,709	506,150	526,884	526,860	512,898	523,872	523,853	516,025
Altitude média	531,175	531,178	535,235	528,832	528,785	531,961	525,790	525,837	528,018

Tabela 14. Dados dos volumes obtidos a partir dos dados levantados em cada área A,B e C para declividades de 0 a 2%, 2 a 5% e 5 a 8%.

		Estação	GPSG	GPSN	Diferença Volume	Diferença Volume	% Volume	% Volume
Área	**A**	80.209,088	80.599,241	102.019,128	390,154	21.810,040	0,486	27,192
0 a	**B**	79.441,605	80.323,295	97.191,365	455,854	17.749,760	0,577	22,343
1%	**C**	78.867,014	79.111,547	96.396,025	244,533	17.529,011	0,311	22,226
Área	**A**	47.978,541	48.050,497	61.203,221	71,956	13.224,680	0,150	27,564
2 a	**B**	37.854,052	37.920,392	43.670,392	66,340	5.816,340	0,175	15,365
4%	**C**	30.611,231	30.800,819	35.268,731	189,588	4657,500	0,623	15,215
Área	**A**	55.315,208	55.478,180	62.690,128	162,980	7.374,920	0,295	13,333
5 a	**B**	46.952,423	46.935,502	51.617,823	-16,921	4.665,400	-0,036	9,936
8%	**C**	41.032,566	41.119,468	46.742,569	86,902	5.710,000	0,212	13,916

Quando analisados os dados nas respectivas áreas A,B e C e declividades diferentes conforme demonstra os gráficos de “box-plot” que se encontram no ANEXO IV, foram evidenciados alguns dados discrepantes para os erros de medição dos GPS geodésico e GPS de navegação.

Para o GPS geodésico nota-se que a variabilidade para cada área dentro de cada declive é pequena, entretanto, em todas essas combinações existem dados discrepantes em que o erro de medição do aparelho é maior ou menor do que a altitude adotada, em relação aos erros de medição deste mesmo aparelho.

Considerando o GPS de navegação nota-se que a variabilidade para cada área dentro de cada declive é maior do que a observada com o GPS geodésico, isto ocorre devido à existência de um erro de medição maior do que apresentado pelo GPS geodésico, para os mesmos pontos observados. Nos casos em que esta variabilidade não é tão grande, como para AD1 (área A para o declive 1), CD1 (área C para o declive 1), BD3 (área B para o declive 3) e CD3 (área C para o declive 3), observaram-se alguns dados discrepantes em relação à altitude real, ou seja, notou-se um erro de medição superior aos erros apresentados pelos pontos deste mesmo grupo.

Esses valores, entretanto, causaram violação ao modelo matemático, dado que a análise de resíduos evidenciou heterogeneidade de variância e falta de normalidade dos erros, para todas as variáveis. Assim, não se pode utilizar técnicas paramétricas na análise dos dados, recorrendo-se aos testes de Wilcoxon e Kruskal-Wallis (não paramétrico), que não exige as pressuposições de homogeneidade de variância e normalidade dos erros.

A Tabela 15 mostra as médias, desvios padrões, valores da estatística de Wilcoxon e respectiva significância estatística, para os erros de medição comparando o GPS geodésico com o GPS de navegação. É importante constar que para fazer as comparações entre os aparelhos de GPS, foi necessário considerar os erros absolutos, pois senão haveria distorção nos resultados.

Considerando-se um nível de significância 1% pode-se observar, pela Tabela 17 que ficou evidenciada diferença significativa entre o GPS geodésico e o GPS de navegação, para todos os declives (0 a 1%, 2 a 4%, 5 a 8%) e áreas (A, B, C). Observa-se também, que em todas as variáveis, as médias do GPS geodésico apresentam-se mais próxima de zero do que as médias do GPS de navegação, isto evidencia que o GPS geodésico é mais preciso do que o GPS de navegação.

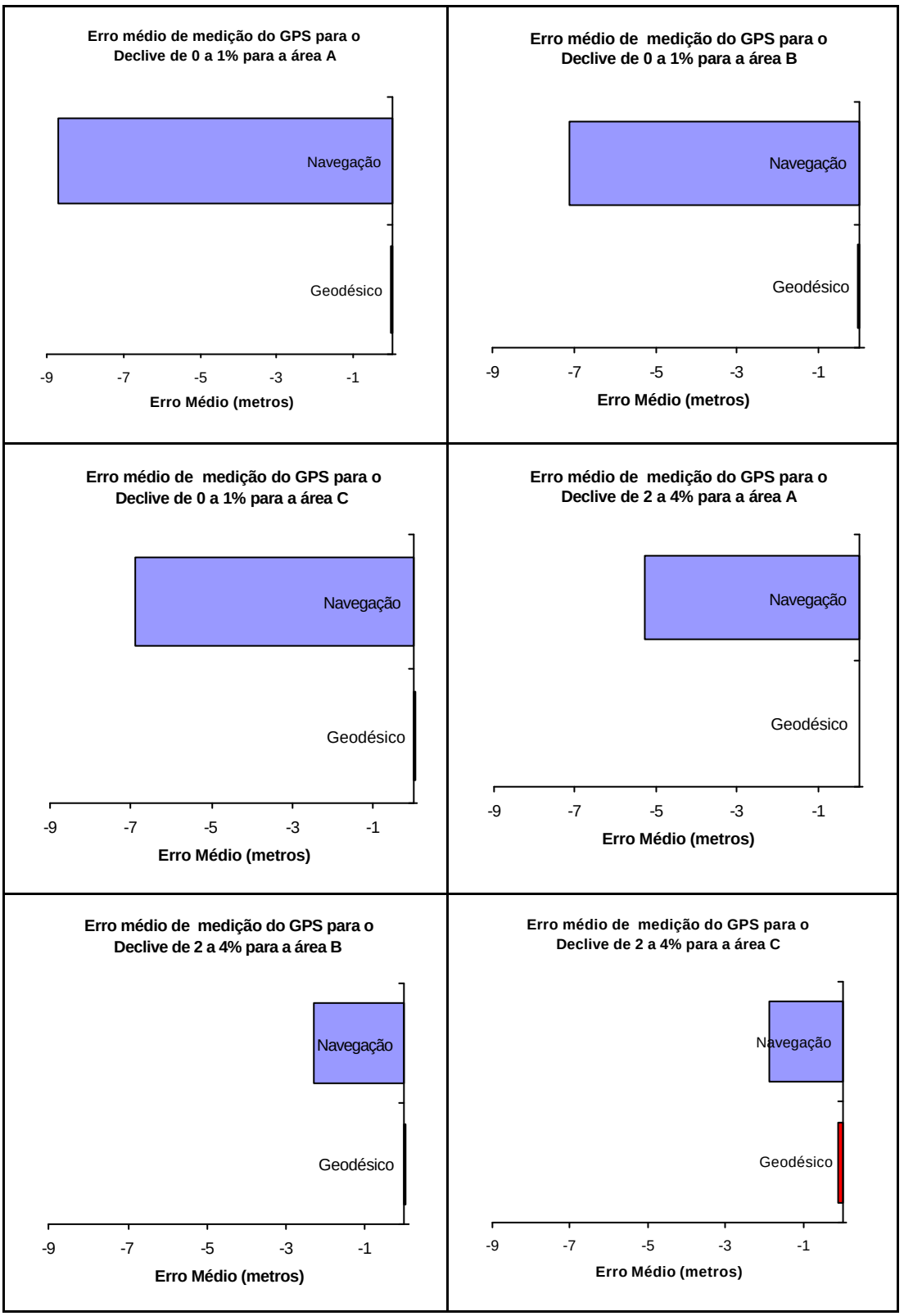
Nota-se também, pela Tabela 15, que todas as médias do erro de medição do GPS de navegação apresentou-se negativa. Isto significa que a altitude observada no aparelho de GPS de navegação foi superior a altitude real do terreno, observando-se, portanto, que em geral este aparelho superestima a altitude real do terreno.

Estes resultados são mais bem evidenciados através da Figura 13 e da Figura apresentada no ANEXO III .A Figura 16 representa o erro médio de medição dos aparelhos de GPS, considerando cada área dentro de cada declive e a Figura apresentada no ANEXO V representa os erros de medição para cada ponto individualmente, nota-se através desta, que em todos os pontos observados no experimento, o erro de medição do GPS de navegação foi sempre superior ao erro de medição do GPS geodésico.

Tabela 15. Médias, desvios padrões, teste de Wilcoxon e respectiva significância, para comparação dos erros de medição dos receptores GPS Geodésico e GPS de navegação, considerando cada área e os declives.

	Áreas	**A**		**B**		**3. C**	
Declives	**Estatísticas**	**GPS Geodésico**	**GPS Naveg.**	**GPS Geodésico**	**GPS Naveg.**	**GPS Geodésico**	**GPS Naveg.**
0 a 1%	Média	-0,0104	-8,7244	-0,0438	-7,1140	0,0778	-6,9113
	Desvio padrão	0,0831	7,4566	0,0914	4,0031	0,2050	1,8712
	Wilcoxon	5,23**		5,23**		5,23**	
2 a 4%	Média	0,0075	-5,2875	0,0471	-2,3092	-0,1026	-1,8632
	Desvio padrão	0,0895	8,1234	0,0995	6,4985	0,3038	12,2817
	Wilcoxon	5,23**		5,23**		5,23**	
5 a 8%	Média	-0,0028	-3,2263	0,0464	-2,2964	-0,0465	-2,2276
	Desvio padrão	0,1314	15,0056	0,0971	10,3083	0,1765	4,5712
	Wilcoxon	5,23**		5,23**		5,23**	

** = Significativo pelo teste Wilcoxon, ao nível de 1% de confiança ($\rho \leq 0,01$)
* = Significativo pelo teste Wilcoxon, ao nível de 5% de confiança ($\rho \leq 0,05$)
ns= Não significativo pelo teste Wilcoxon, ao nível de 5% de confiança ($\rho > 0,05$)


Erro médio de medição do GPS para o Declive de 0 a 1% para a área A
Navegação
Geodésico
-9
-7
-5
-3
-1
Erro Médio (metros)
Erro médio de medição do GPS para o Declive de 0 a 1% para a área B
Navegação
Geodésico
-9
-7
-5
-3
-1
Erro Médio (metros)
Erro médio de medição do GPS para o Declive de 0 a 1% para a área C
Navegação
Geodésico
-9
-7
-5
-3
-1
Erro Médio (metros)
Erro médio de medição do GPS para o Declive de 2 a 4% para a área A
Navegação
Geodésico
-9
-7
-5
-3
-1
Erro Médio (metros)
Erro médio de medição do GPS para o Declive de 2 a 4% para a área B
Navegação
Geodésico
-9
-7
-5
-3
-1
Erro Médio (metros)
Erro médio de medição do GPS para o Declive de 2 a 4% para a área C
Navegação
Geodésico
-9
-7
-5
-3
-1
Erro Médio (metros)

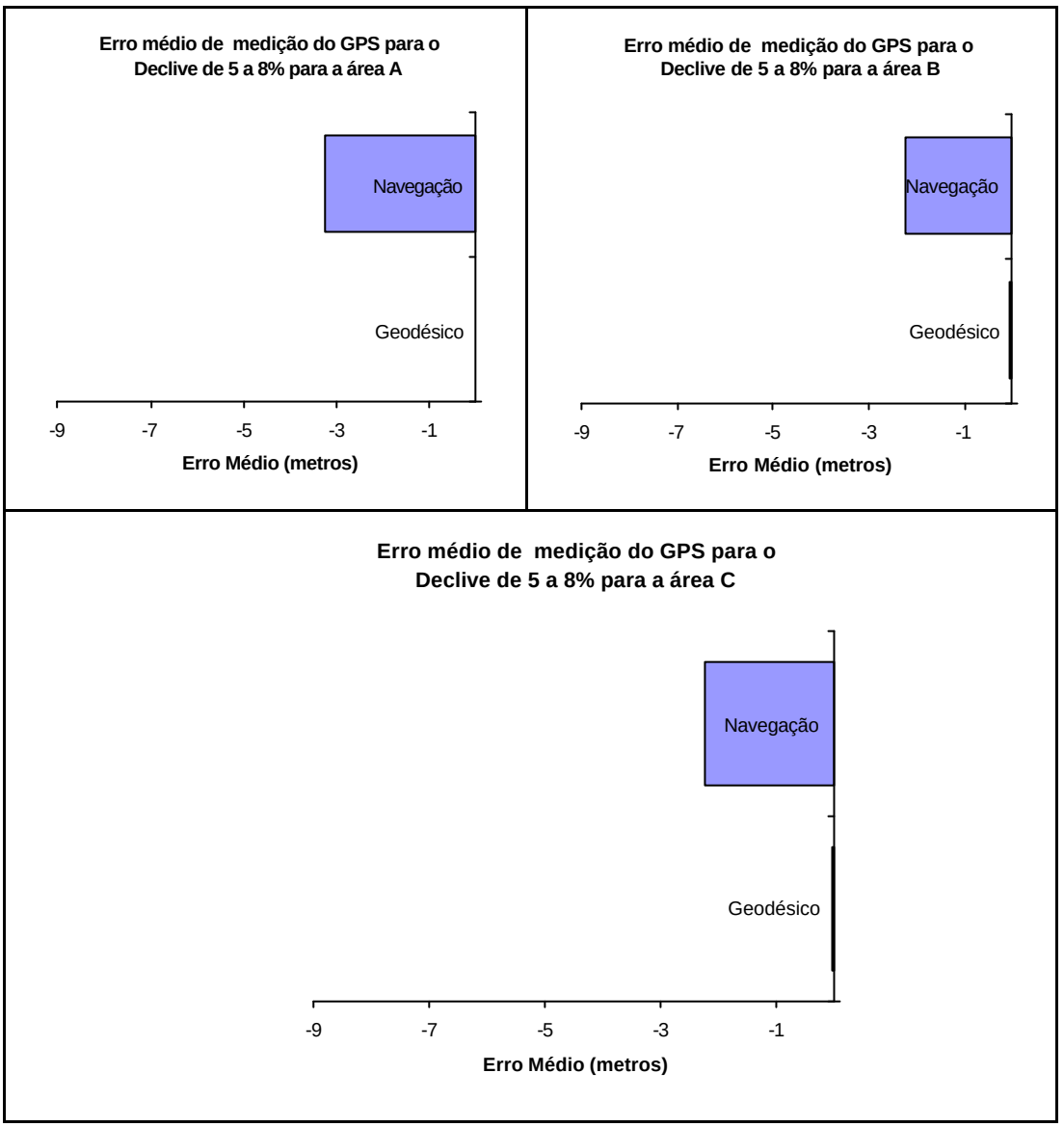


Figura 13 - Representação gráfica das médias dos erros de medição do GPS geodésico e do GPS de navegação para cada área dentro de cada declive.

A Tabela 16 mostra os resultados do teste de Kruskal-Wallis quando verificado a influencia da declividade nos dados coletados, considerando os erros de medição de cada aparelho de GPS (geodésico e navegação) individualmente, ou seja, foi realizada uma análise utilizando o erro de medição de cada receptor de GPS separadamente. Nesta análise não foram consideradas as áreas dentro de cada declive, pois estas não apresentaram diferenças significativas, ou seja, os erros de medição de cada aparelho não estão relacionados às áreas (A, B, C).

Tabela 16 Análise de Kruskal-Wallis, para os erros de medição dos GPS Geodésico e Naval, valores da estatística H e seus respectivos níveis de probabilidade, Probabilidade (H).

			GPS Geodésico
	g.l.	H	Probabilidade (H)
Declives	2	96,29	<0,0001
			GPS de Navegação
	g.l.	H	Probabilidade (H)
Declives	2	29,30	<0,0001

Considerando um nível de significância 1% pode-se observar, pela Tabela 14, que ficou evidenciada diferença significativa entre os declives (0 a 1%, 2 a 4%, 5 a 8%), tanto para o GPS geodésico, como para o GPS de navegação, ou seja, a inclinação do terreno influencia nos erros de medição dos dois aparelhos de GPS.

Tabela 17 Médias obtidas em relação aos declives de 0 a 1%, 2 a 4%, 5 a 8% e significância estatística pelo método de comparação múltipla.

Declives		GPS Geodésico	GPS Navegação
0 a 1%	**Médias**	0,0079 a	-7,5832 a
	Desvio-Padrão	0,1463	5,0238
2 a 4%	**Médias**	-0,0160 b	-3,1533 b
	Desvio-Padrão	0,2003	9,3312
5 a 8%	**Médias**	-0,0010 b	-2,5834 b
	Desvio-Padrão	0,1427	10,7450

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo método de comparação múltipla para o teste de Kruskal-Wallis, considerando-se um nível mínimo de significância de 5%.

Na Tabela 17 pode-se observar no GPS geodésico, que para o declive do terreno entre 0 e 1% os erros de medição apresentam-se em média positivos, isto ocorre devido a alguns pontos em que este aparelho apresenta um erro de medição grande (discrepante), este erro ocorreu sempre que a altitude medida por ele é inferior a altitude real (área A - pontos 19 e 20, área C - pontos 74 e 75), sendo assim, possivelmente se estes pontos não tivessem sido considerados, os erros de medição, para o declive de 0 a 1% não seriam diferente dos erros de medição em relação aos declives de 2 a 4% e de 5 a 8%.

Considerando o GPS de navegação, nota-se que em média este aparelho apresenta erro de medição maior para o terreno com declive de 0 a 1%, entretanto é importante observar que para todos os declives, em média as altitudes medidas por ele são superiores às altitudes reais.

Estes resultados são mais bem evidenciados por meio da Figura 14.

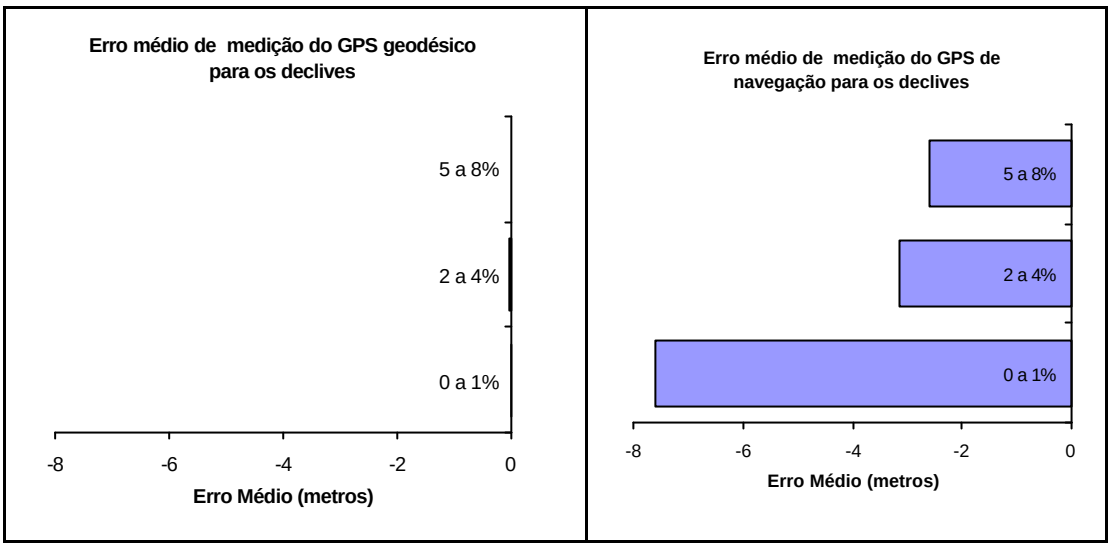


Figura 14 – Representação gráfica das médias dos erros de medição do GPS geodésico e do GPS de navegação para os declives (0 a 1%, 2 a 4%, 5 a 8%)

Uma análise dos dados das tabelas até então, como era de se esperar e segundo Segantini (1990), Sá (2000), Kovach e van Dyke (1998), Bueno (2000), Vetorazzi (1994), Blizkow (1995), Leick (1990), que os erros cometidos pelo GPS geodésico elaborado pelo método “stop and go” nas configurações acima descritas, atende em condições favoráveis para uso em projetos agrícolas, sendo que os resíduos dos dados Estação total X GPS Geodésico são pequenos e com pequenas variações com relação à declividade do terreno. Com relação ao calculo de volumes em projetos de sistematização de terra, para o GPS Geodésico os erros se encontram na faixa de 1%, variando com a declividade do terreno. Já os dados levantados com o GPS de navegação, como era de se esperar os erros encontrados estão em media de 10 metros na altitude, sendo praticamente impossível

desenvolver cálculos de volumes com os dados coletados inviabilizando, portanto, o seu uso para projetos agrícola de implantação.

5 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos, as principais conclusões foram:

O uso do GPS geodésico para execução de levantamento altimétrico mostrou-se perfeitamente viável, sendo que os dados obtidos pela Estação Total e pelo do GPS Geodésico, resultaram em resíduos muito próximos mesmo em declividades diferentes, gerando, portanto superfícies semelhantes, sendo que a diferença de volume entre as superfícies foi menor de 1%, o que é aceitável, pois este erro é facilmente encontrado entre os vários modelos matemáticos utilizados para cálculos de volumes. É importante ressaltar que, se adotada a metodologia utilizada neste trabalho, o trabalho de campo executado utilizando o GPS Geodésico é mais lento, comparado com o da Estação Total, e quando comparado o custo de investimento dos equipamentos, o GPS geodésico gerará um custo mais alto de projeto.

O uso do GPS de navegação para execução de levantamento altimétrico quando adotado a metodologia deste trabalho mostrou-se inviável, mostrando dados que embora estejam próximos de sua precisão mostrada em manuais, os dados coletados pelo mesmo geram uma superfície totalmente distorcida da real, e com características e resultados que

impossibilitam uma interpretação próxima da real superfície levantada, embora com um custo de investimento baixo.

ANEXOS

Anexo A – Coordenadas obtidas pelos equipamentos estação total, GPS geodésico GTRA (base) e GTR1 receptor, GPS de navegação Garmin – ETREX

	ESTAÇÃO TOTAL			GPS GEODÉSICO			GPS NAVEGAÇÃO			ESTAÇÃO X GPSG			ESTAÇÃO X GPSN		
Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1000	7487315,593	228351,151	522,889	7487315,388	228351,265	523,018	7487326,032	228358,269	538,941	0,205	-0,114	-0,129	-10,439	-7,118	-16,052
1001	7487328,985	228340,186	522,803	7487328,780	228340,322	522,959	7487328,012	228352,649	538,220	0,205	-0,136	-0,156	0,973	-12,463	-15,417
1002	7487345,924	228329,958	522,832	7487345,732	228330,051	522,946	7487338,811	228347,734	536,537	0,192	-0,093	-0,114	7,113	-17,776	-13,705
1003	7487361,242	228322,306	522,921	7487361,060	228322,399	523,009	7487355,042	228337,052	537,018	0,182	-0,093	-0,088	6,200	-14,746	-14,097
1004	7487376,303	228315,750	522,828	7487376,128	228315,791	522,933	7487374,140	228321,983	537,258	0,175	-0,041	-0,105	2,163	-6,233	-14,430
1005	7487390,854	228309,025	522,803	7487390,706	228309,051	522,880	7487404,308	228307,381	537,499	0,148	-0,026	-0,077	-13,454	1,644	-14,696
1006	7487408,171	228304,338	522,867	7487408,039	228304,333	522,941	7487419,878	228301,286	535,576	0,132	0,005	-0,074	-11,707	3,052	-12,709
1007	7487426,908	228302,867	523,016	7487426,790	228302,853	523,077	7487430,986	228302,777	535,095	0,118	0,014	-0,061	-4,078	0,090	-12,079
1008	7487445,230	228303,281	523,192	7487445,132	228303,247	523,236	7487451,335	228302,199	533,894	0,098	0,034	-0,044	-6,105	1,082	-10,702
1009	7487462,173	228304,833	523,028	7487462,094	228304,791	523,076	7487482,598	228306,295	534,134	0,079	0,042	-0,048	-20,425	-1,462	-11,106
1010	7487478,504	228310,170	523,238	7487478,439	228310,115	523,341	7487490,884	228309,974	534,134	0,065	0,055	-0,103	-12,380	0,196	-10,896
1011	7487474,484	228325,762	524,432	7487474,444	228325,734	524,536	7487486,669	228309,041	532,452	0,040	0,028	-0,104	-12,185	16,721	-8,020
1012	7487457,922	228322,962	524,468	7487457,860	228322,941	524,564	7487469,253	228309,507	531,971	0,062	0,021	-0,096	-11,331	13,455	-7,503
1013	7487441,031	228321,415	524,509	7487440,948	228321,407	524,575	7487446,165	228310,320	531,731	0,083	0,008	-0,066	-5,134	11,095	-7,222
1014	7487424,112	228321,599	524,404	7487424,030	228321,592	524,459	7487439,446	228313,275	531,971	0,082	0,007	-0,055	-15,334	8,324	-7,567
1015	7487408,690	228322,952	524,259	7487408,586	228322,944	524,304	7487418,305	228313,838	532,212	0,104	0,008	-0,045	-9,615	9,114	-7,953
1016	7487392,770	228327,082	524,153	7487392,642	228327,091	524,216	7487400,735	228314,577	532,212	0,128	-0,009	-0,063	-7,965	12,505	-8,059
1017	7487376,072	228332,622	524,133	7487375,921	228332,664	524,195	7487379,902	228325,827	530,529	0,151	-0,042	-0,062	-3,830	6,795	-6,396
1018	7487361,193	228338,929	524,045	7487361,032	228338,993	524,116	7487362,729	228336,854	536,537	0,161	-0,064	-0,071	-1,536	2,075	-12,492
1019	7487360,050	228357,924	524,923	7487359,919	228358,001	525,009	7487363,249	228355,064	536,297	0,131	-0,077	-0,086	-3,199	2,860	-11,374
1020	7487374,381	228351,242	525,040	7487374,249	228351,319	525,114	7487381,577	228351,548	535,336	0,132	-0,077	-0,074	-7,196	-0,306	-10,296
1021	7487389,478	228345,752	525,198	7487389,353	228345,780	525,285	7487392,439	228346,037	536,057	0,125	-0,028	-0,087	-2,961	-0,285	-10,859
1022	7487404,695	228342,152	525,168	7487404,569	228342,154	525,246	7487401,742	228348,440	537,499	0,126	-0,002	-0,078	2,953	-6,288	-12,331
1023	7487420,020	228340,043	525,420	7487419,925	228340,037	525,490	7487421,264	228345,679	539,421	0,095	0,006	-0,070	-1,244	-5,636	-14,001
1024	7487435,832	228339,660	525,521	7487435,742	228339,636	525,593	7487430,255	228343,088	539,181	0,090	0,024	-0,072	5,577	-3,428	-13,660
1025	7487451,616	228340,521	525,611	7487451,547	228340,532	525,689	7487447,773	228344,155	541,825	0,069	-0,011	-0,078	3,843	-3,634	-16,214
1026	7487472,139	228344,706	525,550	7487472,075	228344,685	525,647	7487469,404	228345,105	542,546	0,064	0,021	-0,097	2,735	-0,399	-16,996
1027	7487465,643	228360,827	527,002	7487465,607	228360,843	527,083	7487474,258	228348,552	543,026	0,036	-0,016	-0,081	-8,615	12,275	-16,024

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1028	7487448,845	228359,018	526,994	7487448,662	228359,057	527,113	7487451,307	228350,116	543,507	0,183	-0,039	-0,119	-2,462	8,902	-16,513
1029	7487432,960	228359,088	527,010	7487432,894	228359,125	527,088	7487451,403	228350,287	543,747	0,066	-0,037	-0,078	-18,443	8,801	-16,737
1030	7487417,783	228361,770	527,220	7487417,709	228361,819	527,299	7487431,360	228352,988	544,709	0,074	-0,049	-0,079	-13,577	8,782	-17,489
1031	7487403,182	228363,563	526,708	7487403,105	228363,623	526,789	7487409,298	228361,181	542,305	0,077	-0,060	-0,081	-6,116	2,382	-15,597
1032	7487387,377	228368,762	526,533	7487387,282	228368,848	526,628	7487403,640	228362,160	540,383	0,095	-0,086	-0,095	-16,263	6,602	-13,850
1033	7487373,969	228375,222	526,372	7487373,880	228375,308	526,462	7487379,526	228364,276	540,142	0,089	-0,086	-0,090	-5,557	10,946	-13,770
1034	7487380,904	228389,142	527,166	7487380,835	228389,237	527,248	7487394,533	228374,405	540,383	0,069	-0,095	-0,082	-13,629	14,737	-13,217
1035	7487395,408	228382,993	527,478	7487395,335	228383,060	527,544	7487402,543	228370,436	540,142	0,073	-0,067	-0,066	-7,135	12,557	-12,664
1036	7487410,245	228379,014	527,706	7487410,203	228379,081	527,812	7487407,108	228376,422	542,065	0,042	-0,067	-0,106	3,137	2,592	-14,359
1037	7487426,565	228376,847	527,748	7487426,542	228376,906	527,829	7487419,290	228376,188	542,305	0,023	-0,059	-0,081	7,275	0,659	-14,557
1038	7487443,559	228377,023	527,975	7487443,561	228377,042	528,072	7487435,563	228378,276	543,026	-0,002	-0,019	-0,097	7,996	-1,253	-15,051
1039	7487463,626	228380,775	528,116	7487463,655	228380,803	528,207	7487461,523	228386,544	543,026	-0,029	-0,028	-0,091	2,103	-5,769	-14,910
1040	7487458,766	228397,347	529,271	7487458,793	228397,375	529,352	7487455,139	228404,109	543,988	-0,027	-0,028	-0,081	3,627	-6,762	-14,717
1041	7487441,413	228394,644	529,182	7487441,427	228394,699	529,266	7487452,341	228402,435	543,026	-0,014	-0,055	-0,084	-10,928	-7,791	-13,844
1042	7487425,056	228395,479	529,104	7487425,036	228395,567	529,186	7487436,936	228399,030	542,305	0,020	-0,088	-0,082	-11,880	-3,551	-13,201
1043	7487409,144	228400,504	529,049	7487409,098	228400,598	529,137	7487414,329	228402,725	540,142	0,046	-0,094	-0,088	-5,185	-2,221	-11,093
1044	7487394,918	228407,060	528,793	7487394,846	228407,165	528,873	7487403,648	228409,525	541,344	0,072	-0,105	-0,080	-8,730	-2,465	-12,551
1045	7487381,578	228414,431	528,447	7487381,523	228414,573	528,534	7487397,789	228411,724	540,383	0,055	-0,142	-0,087	-16,211	2,707	-11,936
1046	7487390,354	228429,057	529,318	7487390,305	228429,211	529,405	7487406,523	228427,494	542,065	0,049	-0,154	-0,087	-16,169	1,563	-12,747
1047	7487405,131	228421,555	529,694	7487405,086	228421,675	529,792	7487408,146	228427,896	538,941	0,045	-0,120	-0,098	-3,015	-6,341	-9,247
1048	7487421,547	228416,879	530,191	7487421,485	228416,977	530,277	7487412,546	228426,698	539,181	0,062	-0,098	-0,086	9,001	-9,819	-8,990
1049	7487439,790	228416,044	530,382	7487439,766	228416,121	530,449	7487422,629	228423,838	539,662	0,024	-0,077	-0,067	17,161	-7,794	-9,280
1050	7487451,395	228417,434	530,565	7487451,399	228417,505	530,648	7487439,721	228423,438	540,142	-0,004	-0,071	-0,083	11,674	-6,004	-9,577
1051	7487446,679	228434,573	531,279	7487446,691	228434,670	531,341	7487437,974	228441,085	541,344	-0,012	-0,097	-0,062	8,705	-6,512	-10,065
1052	7487429,477	228433,637	530,941	7487429,464	228433,758	530,997	7487420,338	228439,184	540,863	0,013	-0,121	-0,056	9,139	-5,547	-9,922
1053	7487414,202	228438,846	530,913	7487414,178	228439,022	530,980	7487402,839	228441,288	541,344	0,024	-0,176	-0,067	11,363	-2,442	-10,431
1054	7487420,728	228456,238	531,488	7487420,735	228456,375	531,565	7487412,424	228466,265	542,305	-0,007	-0,137	-0,077	8,304	-10,027	-10,817
1055	7487440,699	228454,528	532,130	7487440,719	228454,675	532,193	7487428,679	228463,683	541,344	-0,020	-0,147	-0,063	12,020	-9,155	-9,214
1056	7487436,326	228470,483	532,226	7487436,338	228470,643	532,310	7487425,694	228475,483	542,546	-0,012	-0,160	-0,084	10,632	-5,000	-10,320
1057	7487424,711	228472,162	532,033	7487424,721	228472,338	532,120	7487406,924	228478,187	543,747	-0,010	-0,176	-0,087	17,787	-6,025	-11,714

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1058	7487431,155	228490,619	532,861	7487431,185	228490,800	532,931	7487413,588	228502,414	544,228	-0,030	-0,181	-0,070	17,567	-11,795	-11,367
1059	7487495,972	228323,794	523,668	7487496,022	228323,785	523,731	7487507,827	228335,510	542,786	-0,050	0,009	-0,063	-11,855	-11,716	-19,118
1060	7487490,402	228337,643	524,811	7487490,360	228337,641	524,856	7487497,037	228329,454	542,546	0,042	0,002	-0,045	-6,635	8,189	-17,735
1061	7487485,721	228347,785	525,446	7487485,700	228347,784	525,471	7487493,108	228341,468	542,546	0,021	0,002	-0,025	-7,387	6,317	-17,100
1062	7487479,105	228360,529	526,791	7487479,069	228360,524	526,827	7487487,675	228351,407	528,607	0,036	0,005	-0,036	-8,570	9,122	-1,816
1063	7487476,189	228381,505	527,957	7487476,168	228381,493	528,004	7487483,670	228363,277	533,653	0,021	0,012	-0,047	-7,481	18,228	-5,696
1064	7487472,324	228394,863	528,985	7487472,279	228394,876	529,036	7487479,817	228384,761	533,894	0,045	-0,013	-0,051	-7,493	10,102	-4,909
1065	7487465,266	228408,367	529,786	7487465,278	228408,381	529,831	7487479,198	228386,530	537,739	-0,012	-0,014	-0,045	-13,932	21,837	-7,953
1066	7487461,201	228420,524	530,894	7487461,211	228420,506	530,933	7487468,387	228411,060	541,104	-0,010	0,018	-0,039	-7,186	9,464	-10,210
1067	7487457,566	228440,471	531,473	7487457,555	228440,439	531,528	7487455,774	228432,468	541,825	0,011	0,032	-0,055	1,792	8,003	-10,352
1068	7487449,942	228457,486	532,011	7487449,897	228457,441	532,063	7487463,847	228442,451	542,065	0,045	0,045	-0,052	-13,905	15,035	-10,054
1069	7487446,120	228477,693	532,814	7487446,095	228477,657	532,826	7487457,096	228467,127	542,546	0,025	0,036	-0,012	-10,976	10,566	-9,732
1070	7487464,825	228468,591	532,793	7487464,787	228468,616	532,849	7487451,968	228476,359	543,988	0,038	-0,025	-0,056	12,857	-7,768	-11,195
1071	7487479,335	228457,673	532,215	7487479,347	228457,709	532,251	7487468,247	228470,976	544,228	-0,012	-0,036	-0,036	11,088	-13,303	-12,013
1072	7487470,283	228447,585	531,823	7487470,294	228447,570	531,855	7487468,780	228472,199	544,228	-0,011	0,015	-0,032	1,503	-24,614	-12,405
1073	7487473,890	228433,647	531,091	7487473,923	228433,616	531,127	7487464,737	228457,465	543,988	-0,033	0,031	-0,036	9,153	-23,818	-12,897
1074	7487490,106	228442,399	531,209	7487490,116	228442,347	531,234	7487488,788	228442,406	543,988	-0,010	0,052	-0,025	1,318	-0,007	-12,779
1075	7487497,129	228434,891	530,877	7487497,134	228434,850	530,911	7487491,467	228448,360	527,405	-0,005	0,041	-0,034	5,662	-13,469	3,472
1076	7487506,202	228422,768	529,662	7487506,166	228422,747	529,703	7487496,977	228442,369	537,018	0,036	0,021	-0,041	9,225	-19,601	-7,356
1077	7487516,479	228430,080	529,974	7487516,354	228430,048	529,999	7487509,968	228420,791	537,258	0,125	0,032	-0,025	6,511	9,289	-7,284
1078	7487523,407	228420,554	529,104	7487523,362	228420,552	529,118	7487514,269	228417,706	535,816	0,045	0,002	-0,014	9,138	2,848	-6,712
1079	7487514,605	228410,529	528,844	7487514,084	228410,479	528,906	7487515,033	228425,630	537,018	0,521	0,050	-0,062	-0,428	-15,101	-8,174
1080	7487524,581	228395,300	527,377	7487524,569	228395,239	527,414	7487516,193	228422,472	537,739	0,012	0,061	-0,037	8,388	-27,172	-10,362
1081	7487533,826	228402,715	527,468	7487533,774	228402,751	527,553	7487524,628	228404,267	537,499	0,052	-0,036	-0,085	9,198	-1,552	-10,031
1082	7487542,116	228411,564	527,914	7487542,053	228411,626	527,979	7487538,597	228407,362	537,499	0,063	-0,062	-0,065	3,519	4,202	-9,585
1083	7487556,555	228400,964	526,402	7487556,543	228401,015	526,453	7487559,171	228408,239	537,499	0,012	-0,051	-0,051	-2,616	-7,275	-11,097
1084	7487545,623	228387,717	525,663	7487545,638	228387,672	525,715	7487559,348	228402,344	537,499	-0,015	0,045	-0,052	-13,725	-14,627	-11,836
1085	7487534,903	228377,232	525,431	7487534,903	228377,218	525,492	7487548,678	228386,163	539,662	0,000	0,014	-0,061	-13,775	-8,931	-14,231
1086	7487519,434	228365,184	525,291	7487519,365	228365,196	525,339	7487528,490	228368,114	539,421	0,069	-0,012	-0,048	-9,056	-2,930	-14,130
1087	7487506,912	228357,459	525,346	7487506,948	228357,445	525,371	7487507,781	228379,281	539,181	-0,036	0,014	-0,025	-0,869	-21,822	-13,835

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1088	7487519,960	228341,431	523,777	7487519,943	228341,406	523,808	7487514,654	228367,352	538,941	0,017	0,025	-0,031	5,306	-25,921	-15,164
1089	7487507,868	228331,146	523,719	7487507,886	228331,110	523,731	7487516,773	228362,764	538,941	-0,018	0,036	-0,012	-8,905	-31,618	-15,222
1090	7487533,390	228352,403	523,803	7487533,415	228352,455	523,825	7487517,598	228356,372	538,220	-0,025	-0,052	-0,022	15,792	-3,969	-14,417
1091	7487548,996	228364,722	523,863	7487548,986	228364,653	523,881	7487533,656	228354,242	539,181	0,010	0,069	-0,018	15,340	10,480	-15,318
1092	7487565,061	228376,788	523,940	7487565,086	228376,732	523,952	7487551,778	228367,811	538,700	-0,025	0,056	-0,012	13,283	8,977	-14,760
1093	7487576,404	228386,524	524,246	7487576,369	228386,572	524,267	7487577,611	228379,569	537,018	0,035	-0,048	-0,021	-1,207	6,955	-12,772
1094	7487564,199	228395,582	525,517	7487564,148	228395,667	525,553	7487577,406	228384,459	537,018	0,051	-0,085	-0,036	-13,207	11,123	-11,501
1095	7487510,343	228377,615	526,865	7487510,307	228377,604	526,928	7487510,433	228383,442	523,079	0,036	0,011	-0,063	-0,090	-5,827	3,786
1096	7487495,155	228369,463	526,887	7487495,114	228369,451	526,943	7487506,616	228371,109	523,079	0,041	0,012	-0,056	-11,461	-1,646	3,808
1097	7487487,032	228390,399	528,236	7487486,954	228390,384	528,281	7487501,648	228370,876	525,242	0,078	0,015	-0,045	-14,616	19,523	2,994
1098	7487479,957	228403,604	529,223	7487479,921	228403,609	529,309	7487493,208	228391,874	524,281	0,036	-0,005	-0,086	-13,251	11,730	4,942
1099	7487472,707	228417,590	530,259	7487472,586	228417,594	530,333	7487500,458	228403,681	527,165	0,121	-0,004	-0,074	-27,751	13,909	3,094
1100	7487476,908	228464,954	532,848	7487476,933	228464,929	532,862	7487492,099	228434,628	532,932	-0,025	0,025	-0,014	-15,191	30,326	-0,084
1101	7487463,296	228475,736	532,861	7487463,296	228475,611	532,886	7487495,164	228460,525	536,057	0,000	0,125	-0,025	-31,868	15,211	-3,196
1102	7487450,367	228485,082	532,994	7487450,403	228485,050	533,008	7487473,243	228473,498	536,537	-0,036	0,032	-0,014	-22,876	11,584	-3,543
1103	7487481,483	228471,767	532,789	7487481,495	228471,755	532,852	7487464,940	228480,842	537,979	-0,012	0,012	-0,063	16,543	-9,075	-5,190
1104	7487503,489	228461,883	532,071	7487503,475	228461,865	532,093	7487479,448	228476,671	537,018	0,014	0,018	-0,022	24,041	-14,788	-4,947
1105	7487522,225	228454,776	531,442	7487522,210	228454,757	531,463	7487502,377	228473,315	537,499	0,015	0,019	-0,021	19,848	-18,539	-6,057
1106	7487514,799	228445,959	531,023	7487514,778	228445,934	531,059	7487522,355	228462,299	537,979	0,021	0,025	-0,036	-7,556	-16,340	-6,956
1107	7487531,090	228430,991	529,516	7487531,058	228430,946	529,530	7487514,697	228453,197	536,778	0,032	0,045	-0,014	16,393	-22,206	-7,262
1108	7487539,789	228447,092	530,371	7487539,769	228447,056	530,388	7487526,911	228437,544	537,499	0,020	0,036	-0,017	12,878	9,548	-7,128
1109	7487554,205	228441,576	529,532	7487554,182	228441,588	529,577	7487540,952	228448,834	537,499	0,023	-0,012	-0,045	13,253	-7,258	-7,967
1110	7487547,286	228425,576	528,777	7487547,255	228425,591	528,813	7487547,593	228447,250	537,258	0,031	-0,015	-0,036	-0,307	-21,674	-8,481
1111	7487564,040	228411,521	527,089	7487564,005	228411,540	527,114	7487548,372	228429,991	537,018	0,035	-0,019	-0,025	15,668	-18,470	-9,929
1112	7487576,850	228401,279	525,386	7487576,814	228401,318	525,400	7487566,027	228415,250	537,979	0,036	-0,039	-0,014	10,823	-13,971	-12,593
1113	7487593,915	228420,211	527,039	7487593,873	228420,296	527,084	7487579,317	228414,169	538,700	0,042	-0,085	-0,045	14,598	6,042	-11,661
1114	7487575,053	228432,522	528,133	7487575,035	228432,477	528,169	7487588,606	228426,290	539,662	0,018	0,045	-0,036	-13,553	6,232	-11,529
1115	7487591,007	228430,004	527,631	7487590,971	228429,992	527,646	7487596,952	228428,031	541,104	0,036	0,012	-0,015	-5,945	1,973	-13,473
1116	7487602,204	228444,793	528,593	7487602,229	228444,768	528,630	7487605,790	228436,104	540,623	-0,025	0,025	-0,037	-3,586	8,689	-12,030
1117	7487602,631	228461,927	530,091	7487602,666	228461,891	530,129	7487605,648	228433,866	540,142	-0,035	0,036	-0,038	-3,017	28,061	-10,051

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1118	7487584,663	228463,737	530,972	7487584,635	228463,734	531,036	7487597,323	228459,274	539,902	0,028	0,003	-0,064	-12,660	4,463	-8,930
1119	7487581,197	228449,791	529,441	7487581,176	228449,782	529,455	7487592,840	228458,932	547,352	0,021	0,009	-0,014	-11,643	-9,141	-17,911
1120	7487586,054	228461,407	530,381	7487586,018	228461,392	530,392	7487583,384	228453,171	551,678	0,036	0,015	-0,011	2,670	8,236	-21,297
1121	7487602,058	228472,717	531,099	7487602,033	228472,703	531,113	7487588,848	228471,542	549,996	0,025	0,014	-0,014	13,210	1,175	-18,897
1122	7487601,988	228491,371	532,525	7487602,003	228491,301	532,534	7487599,586	228473,695	550,477	-0,015	0,070	-0,009	2,402	17,676	-17,952
1123	7487592,732	228549,372	535,524	7487592,748	228549,309	535,527	7487600,402	228491,857	548,436	-0,016	0,063	-0,003	-7,670	57,515	-12,912
1124	7487578,410	228544,079	535,104	7487578,420	228544,104	535,105	7487594,341	228556,239	545,325	-0,010	-0,025	-0,001	-15,931	-12,160	-10,221
1125	7487556,482	228536,588	534,704	7487556,503	228536,633	534,719	7487573,357	228553,162	544,468	-0,021	-0,045	-0,015	-16,875	-16,574	-9,764
1126	7487541,835	228531,691	534,330	7487541,833	228532,051	534,344	7487554,028	228544,785	544,228	0,002	-0,360	-0,014	-12,193	-13,094	-9,898
1127	7487522,439	228524,943	534,174	7487522,433	228524,883	534,199	7487539,259	228540,601	545,430	0,006	0,060	-0,025	-16,820	-15,658	-11,256
1128	7487505,520	228519,393	534,115	7487505,497	228519,445	534,151	7487521,028	228533,393	548,794	0,023	-0,052	-0,036	-15,508	-14,000	-14,679
1129	7487490,950	228514,443	534,075	7487490,938	228514,488	534,143	7487500,122	228529,148	550,236	0,012	-0,045	-0,068	-9,172	-14,705	-16,161
1130	7487477,172	228509,713	533,898	7487477,157	228509,749	533,913	7487474,910	228525,941	549,996	0,015	-0,036	-0,015	2,262	-16,228	-16,098
1131	7487598,046	228506,207	533,277	7487598,025	228506,151	533,295	7487602,429	228488,847	534,134	0,021	0,056	-0,018	-4,383	17,360	-0,857
1132	7487586,860	228505,450	533,220	7487586,829	228505,438	533,241	7487597,771	228492,757	536,537	0,031	0,012	-0,021	-10,911	12,693	-3,317
1133	7487584,156	228523,612	534,515	7487584,141	228523,561	534,537	7487591,219	228498,820	536,778	0,015	0,051	-0,022	-7,063	24,792	-2,263
1134	7487597,990	228529,344	534,817	7487598,008	228529,319	534,851	7487599,061	228506,790	537,739	-0,018	0,025	-0,034	-1,071	22,554	-2,922
1135	7487592,186	228544,345	535,356	7487592,218	228544,277	535,916	7487592,527	228527,917	538,941	-0,032	0,068	-0,560	-0,341	16,428	-3,585
1136	7487580,036	228539,720	535,012	7487580,087	228539,666	535,058	7487585,885	228535,171	535,816	-0,051	0,054	-0,046	-5,849	4,549	-0,804
1137	7487565,183	228530,498	534,705	7487565,237	228530,420	534,737	7487565,991	228529,553	546,631	-0,054	0,078	-0,032	-0,808	0,945	-11,926
1138	7487545,335	228521,446	534,073	7487545,277	228521,410	534,096	7487546,341	228520,906	545,189	0,058	0,036	-0,023	-1,006	0,540	-11,116
1139	7487526,992	228516,100	534,018	7487527,024	228515,580	534,064	7487531,759	228517,787	542,065	-0,032	0,520	-0,046	-4,767	-1,687	-8,047
1140	7487508,819	228508,782	533,896	7487508,871	228508,779	533,918	7487514,035	228514,578	540,863	-0,052	0,003	-0,022	-5,216	-5,796	-6,967
1141	7487489,616	228503,026	533,794	7487489,575	228503,022	533,813	7487497,443	228505,532	541,584	0,041	0,004	-0,019	-7,827	-2,506	-7,790
1142	7487471,333	228497,791	533,564	7487471,276	228497,800	533,582	7487479,058	228495,431	541,344	0,057	-0,009	-0,018	-7,725	2,360	-7,780
1143	7487452,262	228494,780	533,277	7487452,274	228494,781	533,292	7487452,345	228494,390	542,305	-0,012	-0,001	-0,015	-0,083	0,390	-9,028
1144	7487464,057	228488,761	533,237	7487464,068	228488,756	533,251	7487463,262	228485,216	543,026	-0,011	0,005	-0,014	0,795	3,545	-9,789
1145	7487484,926	228487,410	533,183	7487484,814	228487,392	533,200	7487487,557	228483,990	542,786	0,112	0,018	-0,017	-2,631	3,420	-9,603
1146	7487509,829	228486,649	533,111	7487509,815	228486,633	533,129	7487516,147	228482,421	539,662	0,014	0,016	-0,018	-6,318	4,228	-6,551
1147	7487526,676	228487,265	532,931	7487526,660	228487,247	533,062	7487532,800	228482,917	538,700	0,016	0,018	-0,131	-6,124	4,348	-5,769

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1148	7487538,971	228489,326	532,927	7487538,953	228489,309	532,950	7487541,658	228485,853	539,662	0,018	0,017	-0,023	-2,687	3,473	-6,735
1149	7487536,791	228477,065	532,313	7487536,780	228477,052	532,332	7487541,573	228483,683	537,739	0,011	0,013	-0,019	-4,782	-6,618	-5,426
1150	7487547,451	228477,139	532,108	7487547,463	228477,154	532,128	7487551,951	228478,655	538,460	-0,012	-0,015	-0,020	-4,500	-1,516	-6,352
1151	7487564,375	228475,365	531,733	7487564,373	228475,381	531,759	7487568,197	228474,504	537,018	0,002	-0,016	-0,026	-3,822	0,861	-5,285
1152	7487563,517	228489,457	533,168	7487563,508	228489,471	533,187	7487570,038	228487,157	539,181	0,009	-0,014	-0,019	-6,521	2,300	-6,013
1153	7487548,422	228486,496	533,132	7487548,417	228486,507	533,149	7487543,956	228477,737	539,421	0,005	-0,011	-0,017	4,466	8,759	-6,289
1154	7487545,724	228466,097	531,416	7487545,712	228466,072	531,435	7487542,605	228460,309	536,297	0,012	0,025	-0,019	3,119	5,788	-4,881
1155	7487564,469	228460,352	531,077	7487564,455	228460,320	531,088	7487565,734	228458,251	535,336	0,014	0,032	-0,011	-1,265	2,101	-4,259
1156	7487542,803	228453,534	531,111	7487542,788	228453,483	531,124	7487539,156	228449,193	533,413	0,015	0,051	-0,013	3,647	4,341	-2,302
1157	7487536,333	228439,722	530,040	7487536,301	228439,661	530,054	7487528,050	228429,535	534,134	0,032	0,061	-0,014	8,283	10,187	-4,094
1158	7487519,560	228442,401	531,060	7487519,525	228442,356	531,078	7487514,198	228437,185	536,778	0,035	0,045	-0,018	5,362	5,216	-5,718
1159	7487500,308	228453,688	531,665	7487500,278	228453,674	531,676	7487499,442	228447,255	537,018	0,030	0,015	-0,011	0,866	6,433	-5,353
1160	7487481,245	228465,445	532,934	7487481,220	228465,431	532,953	7487479,619	228460,690	538,220	0,025	0,014	-0,019	1,626	4,755	-5,286
1161	7487439,870	228498,044	533,109	7487439,825	228498,021	533,118	7487441,715	228499,380	540,142	0,045	0,023	-0,009	-1,845	-1,336	-7,033
1162	7487423,786	228507,044	532,904	7487423,741	228507,069	532,911	7487424,046	228507,080	539,662	0,045	-0,025	-0,007	-0,260	-0,036	-6,758
1163	7487453,546	228501,627	533,310	7487453,525	228501,642	533,319	7487455,498	228497,747	541,825	0,021	-0,015	-0,009	-1,952	3,880	-8,515
1164	7487469,186	228506,881	533,674	7487469,123	228506,866	533,684	7487462,215	228499,446	540,623	0,063	0,015	-0,010	6,971	7,435	-6,949
1165	7487465,765	228513,633	533,807	7487465,723	228513,597	533,818	7487468,490	228511,701	541,104	0,042	0,036	-0,011	-2,725	1,932	-7,297
1166	7487482,739	228523,796	534,094	7487482,687	228523,751	534,103	7487486,490	228523,170	541,344	0,052	0,045	-0,009	-3,751	0,626	-7,250
1167	7487498,365	228533,468	534,284	7487498,351	228533,427	534,289	7487496,774	228528,968	540,623	0,014	0,041	-0,005	1,591	4,500	-6,339
1168	7487492,404	228541,626	534,375	7487492,373	228541,530	534,385	7487499,207	228533,156	541,104	0,031	0,096	-0,010	-6,803	8,470	-6,729
1169	7487505,384	228553,245	534,555	7487505,359	228553,200	534,559	7487513,792	228543,177	541,825	0,025	0,045	-0,004	-8,408	10,068	-7,270
1170	7487513,897	228540,790	534,422	7487513,938	228540,742	534,433	7487520,087	228532,611	541,344	-0,041	0,048	-0,011	-6,190	8,179	-6,922
1171	7487532,741	228550,882	534,668	7487532,756	228550,864	534,680	7487536,913	228545,903	543,267	-0,015	0,018	-0,012	-4,172	4,979	-8,599
1172	7487522,606	228566,649	534,914	7487522,585	228566,664	534,923	7487530,490	228558,151	542,786	0,021	-0,015	-0,009	-7,884	8,498	-7,872
1173	7487533,007	228576,517	535,376	7487532,985	228576,481	535,387	7487537,156	228565,815	541,344	0,022	0,036	-0,011	-4,149	10,702	-5,968
1174	7487541,864	228563,008	535,059	7487541,849	228562,972	535,068	7487550,269	228549,534	542,546	0,015	0,036	-0,009	-8,405	13,474	-7,487
1175	7487550,693	228549,910	534,826	7487550,678	228549,885	534,829	7487561,236	228540,540	542,786	0,015	0,025	-0,003	-10,543	9,370	-7,960
1176	7487565,190	228556,064	535,458	7487565,167	228556,078	535,472	7487573,533	228548,327	543,747	0,023	-0,014	-0,014	-8,343	7,737	-8,289
1177	7487582,192	228563,847	536,168	7487582,171	228563,833	536,179	7487588,716	228555,434	542,546	0,021	0,014	-0,011	-6,524	8,413	-6,378

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1178	7487572,215	228579,350	536,328	7487572,218	228579,314	536,342	7487577,225	228573,056	543,988	-0,003	0,036	-0,014	-5,010	6,294	-7,660
1179	7487562,434	228597,884	536,455	7487562,398	228597,839	536,481	7487564,970	228592,673	543,507	0,036	0,045	-0,026	-2,536	5,211	-7,052
1180	7487530,668	228628,242	536,336	7487530,653	228628,190	536,357	7487518,980	228637,232	535,576	0,015	0,052	-0,021	11,688	-8,990	0,760
1181	7487541,858	228618,090	536,315	7487541,853	228618,034	536,330	7487526,069	228621,797	537,499	0,005	0,056	-0,015	15,789	-3,707	-1,184
1182	7487552,276	228608,089	536,384	7487552,270	228608,075	536,402	7487539,443	228614,432	539,902	0,006	0,014	-0,018	12,833	-6,343	-3,518
1183	7487545,284	228596,691	536,248	7487545,287	228596,703	536,267	7487553,136	228603,614	540,142	-0,003	-0,012	-0,019	-7,852	-6,923	-3,894
1184	7487534,405	228609,011	536,196	7487534,388	228608,988	536,207	7487546,570	228589,588	541,344	0,017	0,023	-0,011	-12,165	19,423	-5,148
1185	7487524,211	228617,185	536,175	7487524,195	228617,149	536,186	7487541,069	228597,787	543,267	0,016	0,036	-0,011	-16,858	19,398	-7,092
1186	7487512,799	228601,112	535,777	7487512,781	228601,100	536,142	7487533,652	228612,639	553,120	0,018	0,012	-0,365	-20,853	-11,527	-17,343
1187	7487521,930	228590,042	535,563	7487521,928	228590,040	535,409	7487520,678	228596,547	548,073	0,002	0,002	0,154	1,252	-6,505	-12,510
1188	7487510,066	228578,896	535,115	7487510,057	228578,887	534,290	7487523,524	228586,862	547,352	0,009	0,009	0,825	-13,458	-7,966	-12,237
1189	7487498,945	228584,448	535,207	7487498,856	228584,442	534,838	7487512,971	228573,769	545,430	0,089	0,006	0,369	-14,026	10,679	-10,223
1190	7487488,468	228568,720	534,883	7487488,393	228568,715	533,627	7487503,437	228579,782	546,151	0,075	0,005	1,256	-14,969	-11,062	-11,268
1191	7487497,680	228562,549	534,621	7487497,692	228562,545	534,085	7487492,702	228568,416	543,988	-0,012	0,004	0,536	4,978	-5,867	-9,367
1192	7487486,298	228548,413	534,460	7487486,336	228548,412	533,939	7487502,895	228560,814	544,709	-0,038	0,001	0,521	-16,597	-12,401	-10,249
1193	7487471,464	228540,231	534,505	7487471,520	228540,206	534,095	7487487,677	228544,927	543,988	-0,056	0,025	0,410	-16,213	-4,696	-9,483
1194	7487456,572	228523,912	533,876	7487456,620	228523,876	533,016	7487474,775	228536,547	543,747	-0,048	0,036	0,860	-18,203	-12,635	-9,871
1195	7487452,363	228527,025	533,683	7487452,377	228527,000	533,627	7487461,441	228522,694	543,747	-0,014	0,025	0,056	-9,078	4,331	-10,064
1196	7487462,735	228548,406	534,396	7487462,640	228548,392	534,140	7487458,854	228526,609	543,267	0,095	0,014	0,256	3,881	21,797	-8,871
1197	7487469,772	228560,227	534,588	7487469,706	228560,241	534,219	7487468,359	228546,580	544,468	0,066	-0,014	0,369	1,413	13,647	-9,880
1198	7487478,625	228578,021	534,942	7487478,591	228578,008	534,797	7487475,611	228555,871	543,026	0,034	0,013	0,145	3,014	22,150	-8,084
1199	7487491,425	228592,438	535,169	7487491,402	228592,421	534,801	7487484,173	228573,532	543,747	0,023	0,017	0,368	7,252	18,906	-8,578
1200	7487476,902	228600,602	534,979	7487476,879	228600,588	534,854	7487491,773	228587,177	543,747	0,023	0,014	0,125	-14,871	13,425	-8,768
1201	7487482,409	228616,070	534,935	7487482,388	228616,052	534,412	7487488,289	228590,290	542,786	0,021	0,018	0,523	-5,880	25,780	-7,851
1202	7487498,779	228608,235	535,449	7487498,767	228608,220	535,089	7487492,184	228593,573	543,026	0,012	0,015	0,360	6,595	14,662	-7,577
1203	7487506,326	228619,761	535,636	7487506,281	228619,736	535,367	7487506,477	228592,439	543,747	0,045	0,025	0,269	-0,151	27,322	-8,111
1204	7487510,749	228626,339	535,741	7487510,713	228626,375	535,315	7487509,173	228603,517	543,988	0,036	-0,036	0,426	1,576	22,822	-8,247
1205	7487520,590	228638,066	535,983	7487520,602	228638,091	535,622	7487508,941	228609,278	545,189	-0,012	-0,025	0,361	11,649	28,788	-9,206
1206	7487502,612	228644,539	535,057	7487502,627	228644,575	534,799	7487516,292	228612,655	545,670	-0,015	-0,036	0,258	-13,680	31,884	-10,613
1207	7487495,389	228635,575	535,072	7487495,366	228635,550	534,914	7487505,865	228625,863	545,189	0,023	0,025	0,158	-10,476	9,712	-10,117

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1208	7487486,819	228651,932	533,905	7487486,824	228651,901	533,455	7487501,571	228620,001	544,709	-0,005	0,031	0,450	-14,752	31,931	-10,804
1209	7487473,228	228658,324	532,909	7487473,240	228658,279	532,540	7487494,537	228644,369	544,709	-0,012	0,045	0,369	-21,309	13,955	-11,800
1210	7487463,679	228643,597	533,056	7487463,693	228643,582	533,051	7487484,384	228650,057	544,709	-0,014	0,015	0,005	-20,705	-6,460	-11,653
1211	7487475,523	228639,782	533,747	7487475,552	228639,726	533,621	7487473,293	228632,268	545,430	-0,029	0,056	0,126	2,230	7,514	-11,683
1212	7487464,135	228622,515	534,056	7487464,166	228622,500	534,031	7487483,091	228630,095	546,631	-0,031	0,015	0,025	-18,956	-7,580	-12,575
1213	7487456,950	228606,164	534,198	7487456,939	228606,128	534,073	7487468,108	228623,794	545,189	0,011	0,036	0,125	-11,158	-17,630	-10,991
1214	7487454,119	228589,357	534,270	7487454,162	228589,355	534,281	7487461,503	228607,598	545,910	-0,043	0,002	-0,011	-7,384	-18,241	-11,640
1215	7487451,692	228568,012	534,078	7487451,670	228568,011	534,087	7487457,629	228592,904	544,709	0,022	0,002	-0,009	-5,937	-24,892	-10,631
1216	7487445,538	228549,972	533,671	7487445,492	228549,967	533,679	7487457,661	228569,678	544,709	0,046	0,005	-0,008	-12,123	-19,706	-11,038
1217	7487441,187	228530,088	533,404	7487441,165	228530,076	533,413	7487451,862	228548,658	545,910	0,022	0,012	-0,009	-10,675	-18,570	-12,506
1218	7487435,920	228511,625	533,026	7487435,884	228511,638	533,032	7487450,027	228534,790	546,631	0,036	-0,013	-0,006	-14,107	-23,165	-13,605
1219	7487431,560	228531,284	533,167	7487431,535	228531,298	533,177	7487443,932	228513,810	545,910	0,025	-0,014	-0,010	-12,372	17,474	-12,743
1220	7487432,542	228553,096	533,173	7487432,527	228553,078	533,194	7487427,996	228532,752	537,258	0,015	0,018	-0,021	4,546	20,344	-4,085
1221	7487430,890	228587,342	532,948	7487430,876	228587,310	532,967	7487433,955	228580,804	540,863	0,014	0,032	-0,019	-3,065	6,538	-7,915
1222	7487434,273	228607,635	533,019	7487434,252	228607,590	533,036	7487428,793	228598,043	540,623	0,021	0,045	-0,017	5,480	9,592	-7,604
1223	7487440,222	228619,952	532,996	7487440,191	228619,916	533,010	7487432,007	228606,325	542,065	0,031	0,036	-0,014	8,215	13,627	-9,069
1224	7487428,071	228628,008	531,056	7487428,063	228628,033	531,069	7487438,981	228610,326	543,747	0,008	-0,025	-0,013	-10,910	17,682	-12,691
1225	7487420,937	228606,895	531,267	7487420,948	228606,931	531,278	7487441,221	228615,586	543,747	-0,011	-0,036	-0,011	-20,284	-8,691	-12,480
1226	7487418,332	228631,480	529,764	7487418,343	228631,465	529,779	7487435,394	228627,678	543,747	-0,011	0,015	-0,015	-17,062	3,802	-13,983
1227	7487418,262	228646,372	528,920	7487418,294	228646,341	528,938	7487424,398	228628,537	543,747	-0,032	0,031	-0,018	-6,136	17,835	-14,827
1228	7487417,312	228663,518	527,638	7487417,362	228663,466	527,651	7487425,583	228644,502	544,468	-0,050	0,052	-0,013	-8,271	19,016	-16,830
1229	7487435,842	228666,454	528,915	7487435,912	228666,413	528,932	7487421,213	228666,168	543,988	-0,070	0,041	-0,017	14,629	0,286	-15,073
1230	7487433,567	228652,056	529,690	7487433,582	228652,035	529,707	7487423,979	228664,490	542,065	-0,015	0,021	-0,017	9,588	-12,434	-12,375
1231	7487439,317	228646,761	531,095	7487439,192	228646,729	531,108	7487442,856	228647,435	546,151	0,125	0,032	-0,013	-3,539	-0,674	-15,056
1232	7487354,198	228623,975	523,760	7487354,153	228623,973	523,772	7487339,241	228650,344	529,623	0,045	0,002	-0,012	14,957	-26,369	-5,863
1233	7487344,862	228632,642	522,665	7487344,839	228632,592	522,683	7487363,043	228618,279	534,786	0,023	0,050	-0,018	-18,181	14,363	-12,121
1234	7487360,490	228610,706	525,544	7487360,505	228610,645	525,563	7487360,355	228621,257	537,499	-0,015	0,061	-0,019	0,135	-10,551	-11,955
1235	7487371,839	228597,978	527,478	7487371,891	228598,014	527,519	7487375,117	228598,415	537,979	-0,052	-0,036	-0,041	-3,278	-0,437	-10,501
1236	7487380,727	228584,696	529,022	7487380,796	228584,758	529,039	7487378,663	228596,223	537,499	-0,069	-0,062	-0,017	2,064	-11,527	-8,477
1237	7487392,629	228600,498	529,151	7487392,617	228600,549	529,163	7487380,985	228594,665	539,421	0,012	-0,051	-0,012	11,644	5,833	-10,270

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1238	7487386,819	228617,015	527,756	7487386,834	228616,970	527,775	7487395,629	228597,559	539,181	-0,015	0,045	-0,019	-8,810	19,456	-11,425
1239	7487375,256	228608,949	527,223	7487375,211	228608,935	527,236	7487392,823	228619,464	540,142	0,045	0,014	-0,013	-17,567	-10,515	-12,919
1240	7487362,085	228619,981	525,061	7487362,016	228619,993	525,080	7487387,462	228617,784	542,546	0,069	-0,012	-0,019	-25,377	2,197	-17,485
1241	7487364,508	228630,618	524,648	7487364,544	228630,604	524,660	7487373,297	228627,146	542,786	-0,036	0,014	-0,012	-8,789	3,472	-18,138
1242	7487353,833	228643,376	523,114	7487353,858	228643,351	523,125	7487371,202	228634,164	543,507	-0,025	0,025	-0,011	-17,369	9,212	-20,393
1243	7487370,266	228651,786	523,828	7487370,284	228651,750	523,837	7487360,980	228647,462	542,305	-0,018	0,036	-0,009	9,286	4,324	-18,477
1244	7487379,665	228636,306	525,848	7487379,679	228636,358	525,858	7487363,081	228647,554	539,902	-0,014	-0,052	-0,010	16,584	-11,248	-14,054
1245	7487395,821	228641,615	527,232	7487395,811	228641,546	527,243	7487361,390	228647,532	540,623	0,010	0,069	-0,011	34,431	-5,917	-13,391
1246	7487392,813	228647,073	527,063	7487392,838	228647,017	527,075	7487368,533	228649,129	541,104	-0,025	0,056	-0,012	24,280	-2,056	-14,041
1247	7487386,477	228654,074	525,239	7487386,438	228654,122	525,256	7487371,332	228649,846	541,104	0,039	-0,048	-0,017	15,145	4,228	-15,865
1248	7487396,131	228664,108	525,424	7487396,189	228664,193	525,440	7487366,491	228654,965	540,863	-0,058	-0,085	-0,016	29,640	9,143	-15,439
1249	7487403,463	228659,046	527,221	7487403,449	228659,035	527,234	7487386,236	228666,825	541,104	0,014	0,011	-0,013	17,227	-7,779	-13,883
1250	7487413,158	228644,589	528,521	7487413,117	228644,577	528,531	7487396,825	228659,527	540,142	0,041	0,012	-0,010	16,333	-14,938	-11,621
1251	7487417,981	228620,734	531,023	7487417,903	228620,719	531,034	7487406,506	228649,763	540,142	0,078	0,015	-0,011	11,475	-29,029	-9,119
1252	7487418,472	228606,964	531,240	7487418,518	228606,969	531,257	7487412,172	228629,970	540,863	-0,046	-0,005	-0,017	6,300	-23,006	-9,623
1253	7487407,340	228604,285	530,696	7487407,219	228604,289	530,715	7487413,480	228621,535	541,584	0,121	-0,004	-0,019	-6,140	-17,250	-10,888
1254	7487400,694	228617,328	529,100	7487400,719	228617,303	529,111	7487411,945	228614,590	543,026	-0,025	0,025	-0,011	-11,251	2,738	-13,926
1255	7487421,859	228589,753	532,173	7487421,841	228589,628	532,186	7487408,028	228619,452	542,305	0,018	0,125	-0,013	13,831	-29,699	-10,132
1256	7487410,195	228584,087	531,314	7487410,231	228584,055	531,329	7487410,611	228604,359	542,305	-0,036	0,032	-0,015	-0,416	-20,272	-10,991
1257	7487414,030	228567,247	532,073	7487413,974	228567,235	532,091	7487409,599	228578,663	540,863	0,056	0,012	-0,018	4,431	-11,416	-8,790
1258	7487423,372	228569,551	532,941	7487423,358	228569,533	532,957	7487406,580	228593,951	541,344	0,014	0,018	-0,016	16,792	-24,400	-8,403
1259	7487425,324	228550,441	532,809	7487425,309	228550,422	532,820	7487420,167	228589,641	542,546	0,015	0,019	-0,011	5,157	-39,200	-9,737
1260	7487413,267	228548,105	532,212	7487413,288	228548,080	532,222	7487425,532	228564,915	543,267	-0,021	0,025	-0,010	-12,265	-16,810	-11,055
1261	7487408,558	228563,488	531,755	7487408,590	228563,443	531,776	7487417,872	228559,907	544,949	-0,032	0,045	-0,021	-9,314	3,581	-13,194
1262	7487419,660	228530,738	532,885	7487419,640	228530,702	532,910	7487418,158	228559,230	547,593	0,020	0,036	-0,025	1,502	-28,492	-14,708
1263	7487398,236	228560,402	531,228	7487398,250	228560,414	531,247	7487425,610	228540,111	547,112	-0,014	-0,012	-0,019	-27,374	20,291	-15,884
1264	7487390,037	228557,946	530,874	7487390,052	228557,961	530,894	7487400,594	228567,066	545,670	-0,015	-0,015	-0,020	-10,557	-9,120	-14,796
1265	7487380,344	228573,922	529,355	7487380,309	228573,941	529,374	7487393,417	228562,566	545,430	0,035	-0,019	-0,019	-13,073	11,356	-16,075
1266	7487392,968	228572,200	530,868	7487392,932	228572,239	530,879	7487386,866	228573,860	544,228	0,036	-0,039	-0,011	6,102	-1,660	-13,360
1267	7487398,864	228583,420	531,005	7487398,808	228583,505	531,014	7487399,375	228569,578	544,468	0,056	-0,085	-0,009	-0,511	13,842	-13,463

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1268	7487297,068	228565,287	522,416	7487297,050	228565,242	522,427	7487306,090	228580,507	544,468	0,018	0,045	-0,011	-9,022	-15,220	-22,052
1269	7487293,467	228567,128	521,496	7487293,492	228567,116	521,506	7487304,760	228559,431	545,189	-0,025	0,012	-0,010	-11,293	7,697	-23,693
1270	7487283,377	228572,683	520,139	7487283,402	228572,658	520,152	7487299,494	228567,263	545,189	-0,025	0,025	-0,013	-16,117	5,420	-25,050
1271	7487290,690	228587,410	519,910	7487290,678	228587,374	519,929	7487298,024	228569,763	549,034	0,012	0,036	-0,019	-7,334	17,647	-29,124
1272	7487302,798	228603,480	519,812	7487302,783	228603,477	519,833	7487295,053	228569,833	543,988	0,015	0,003	-0,021	7,745	33,647	-24,176
1273	7487316,781	228593,714	522,565	7487316,718	228593,705	522,597	7487298,722	228587,029	544,949	0,063	0,009	-0,032	18,059	6,685	-22,384
1274	7487307,225	228581,910	522,524	7487307,147	228581,895	522,559	7487321,860	228593,857	543,747	0,078	0,015	-0,035	-14,635	-11,947	-21,223
1275	7487322,207	228574,094	524,102	7487322,182	228574,080	524,130	7487311,640	228580,663	543,267	0,025	0,014	-0,028	10,567	-6,569	-19,165
1276	7487332,307	228582,354	524,704	7487332,322	228582,284	524,733	7487322,956	228575,627	536,345	-0,015	0,070	-0,029	9,351	6,727	-11,641
1277	7487347,258	228569,222	527,002	7487347,274	228569,159	527,033	7487331,109	228582,290	541,584	-0,016	0,063	-0,031	16,149	-13,068	-14,582
1278	7487337,919	228557,663	526,975	7487337,929	228557,688	527,013	7487346,896	228570,642	541,825	-0,010	-0,025	-0,038	-8,977	-12,979	-14,850
1279	7487331,949	228547,598	526,820	7487331,928	228547,643	526,861	7487338,485	228564,096	541,344	0,021	-0,045	-0,041	-6,536	-16,498	-14,524
1280	7487321,767	228553,597	525,109	7487321,765	228553,957	525,148	7487333,160	228554,555	541,825	0,002	-0,360	-0,039	-11,393	-0,958	-16,716
1281	7487328,714	228567,989	525,116	7487328,708	228567,929	525,125	7487330,726	228556,564	543,988	0,006	0,060	-0,009	-2,012	11,425	-18,872
1282	7487339,663	228543,326	527,211	7487339,640	228543,378	527,221	7487337,831	228574,268	542,065	0,023	-0,052	-0,010	1,832	-30,942	-14,854
1283	7487348,742	228553,563	527,559	7487348,679	228553,608	527,578	7487347,777	228549,684	540,383	0,063	-0,045	-0,019	0,965	3,879	-12,824
1284	7487356,695	228561,542	527,921	7487356,780	228561,578	527,932	7487355,121	228563,575	540,623	-0,085	-0,036	-0,011	1,574	-2,033	-12,702
1285	7487375,128	228544,451	529,792	7487375,150	228544,395	529,809	7487361,933	228569,512	541,104	-0,022	0,056	-0,017	13,195	-25,061	-11,312
1286	7487384,030	228536,368	531,052	7487384,074	228536,356	531,063	7487376,588	228552,188	542,065	-0,044	0,012	-0,011	7,442	-15,820	-11,013
1287	7487338,976	228543,271	527,204	7487338,961	228543,220	527,213	7487345,305	228544,130	541,584	0,015	0,051	-0,009	-6,329	-0,859	-14,380
1288	7487384,233	228537,832	531,048	7487384,251	228537,807	531,062	7487381,554	228547,580	541,825	-0,018	0,025	-0,014	2,679	-9,748	-10,777
1289	7487389,615	228544,067	530,972	7487389,650	228543,999	530,983	7487375,866	228528,380	543,988	-0,035	0,068	-0,011	13,749	15,687	-13,016
1290	7487398,928	228533,272	531,353	7487398,966	228533,218	531,362	7487381,126	228535,802	546,631	-0,038	0,054	-0,009	17,802	-2,530	-15,278
1291	7487410,720	228499,834	532,008	7487410,756	228499,756	532,025	7487387,350	228505,363	543,988	-0,036	0,078	-0,017	23,370	-5,529	-11,980
1292	7487396,985	228506,401	531,324	7487396,927	228506,365	531,342	7487401,954	228510,438	544,468	0,058	0,036	-0,018	-4,969	-4,037	-13,144
1293	7487380,184	228514,099	530,422	7487380,216	228513,579	530,442	7487405,302	228513,852	542,065	-0,032	0,520	-0,020	-25,118	0,247	-11,643
1294	7487362,160	228522,279	529,241	7487362,212	228522,276	529,260	7487364,403	228513,445	542,065	-0,052	0,003	-0,019	-2,243	8,834	-12,824
1295	7487345,201	228530,189	527,853	7487345,160	228530,185	527,868	7487347,778	228513,822	544,949	0,041	0,004	-0,015	-2,577	16,367	-17,096
1296	7487328,822	228538,486	526,921	7487328,735	228538,495	526,932	7487336,608	228516,641	543,267	0,087	-0,009	-0,011	-7,786	21,845	-16,346
1297	7487325,146	228540,182	525,868	7487325,158	228540,183	525,887	7487340,031	228526,175	543,267	-0,012	-0,001	-0,019	-14,885	14,007	-17,399

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1298	7487308,676	228547,844	524,087	7487308,687	228547,839	524,102	7487305,117	228528,736	542,786	-0,011	0,005	-0,015	3,559	19,108	-18,699
1299	7487293,541	228555,246	522,435	7487293,429	228555,228	522,454	7487300,824	228522,400	540,863	0,112	0,018	-0,019	-7,283	32,846	-18,428
1300	7487287,945	228558,907	521,429	7487287,930	228558,891	521,444	7487302,140	228530,429	540,383	0,015	0,016	-0,015	-14,195	28,478	-18,954
1301	7487274,072	228566,817	519,428	7487274,055	228566,799	519,439	7487289,884	228560,695	540,142	0,017	0,018	-0,011	-15,812	6,122	-20,714
1302	7487270,088	228555,075	519,910	7487270,070	228555,058	519,924	7487282,215	228562,943	541,584	0,018	0,017	-0,014	-12,127	-7,868	-21,674
1303	7487283,510	228548,366	521,519	7487283,499	228548,353	521,540	7487279,239	228562,755	544,228	0,011	0,013	-0,021	4,271	-14,389	-22,709
1304	7487286,487	228547,032	522,287	7487286,499	228547,047	522,310	7487291,855	228552,999	542,786	-0,012	-0,015	-0,023	-5,368	-5,967	-20,499
1305	7487299,732	228537,359	523,715	7487299,729	228537,375	523,741	7487294,547	228550,779	541,584	0,003	-0,016	-0,026	5,185	-13,420	-17,869
1306	7487321,171	228523,594	525,904	7487321,162	228523,608	525,916	7487299,641	228544,742	539,902	0,009	-0,014	-0,012	21,530	-21,148	-13,998
1307	7487325,913	228521,823	527,016	7487325,908	228521,834	527,029	7487310,615	228537,187	538,700	0,005	-0,011	-0,013	15,298	-15,364	-11,684
1308	7487327,942	228520,625	526,697	7487327,928	228520,600	526,714	7487314,871	228533,155	537,739	0,014	0,025	-0,017	13,071	-12,530	-11,042
1309	7487348,450	228506,848	528,372	7487348,437	228506,816	528,388	7487365,338	228531,191	537,499	0,013	0,032	-0,016	-16,888	-24,343	-9,127
1310	7487367,026	228497,380	529,490	7487367,011	228497,329	529,511	7487357,990	228520,313	539,902	0,015	0,051	-0,021	9,036	-22,933	-10,412
1311	7487382,355	228492,339	530,288	7487382,323	228492,278	530,310	7487380,470	228515,937	540,383	0,032	0,061	-0,022	1,885	-23,598	-10,095
1312	7487385,860	228491,549	531,110	7487385,825	228491,504	531,137	7487358,998	228509,549	540,142	0,035	0,045	-0,027	26,862	-18,000	-9,032
1313	7487389,562	228489,997	530,887	7487389,532	228489,983	530,918	7487363,008	228507,866	541,104	0,030	0,015	-0,031	26,554	-17,869	-10,217
1314	7487344,365	228468,977	527,893	7487344,340	228468,963	527,919	7487363,566	228503,176	541,104	0,025	0,014	-0,026	-19,201	-34,199	-13,211
1315	7487322,029	228471,662	526,975	7487321,984	228471,639	526,994	7487338,113	228483,188	542,546	0,045	0,023	-0,019	-16,084	-11,526	-15,571
1316	7487318,528	228471,384	526,297	7487318,472	228471,409	526,318	7487317,656	228479,846	542,546	0,056	-0,025	-0,021	0,872	-8,462	-16,249
1317	7487301,289	228472,579	524,908	7487301,268	228472,594	524,937	7487311,986	228477,560	542,305	0,021	-0,015	-0,029	-10,697	-4,981	-17,397
1318	7487280,780	228473,574	523,329	7487280,717	228473,559	523,361	7487303,610	228478,149	543,507	0,063	0,015	-0,032	-22,830	-4,575	-20,178
1319	7487270,498	228475,120	522,575	7487270,484	228475,084	522,612	7487280,843	228478,623	542,305	0,014	0,036	-0,037	-10,345	-3,503	-19,730
1320	7487273,237	228505,971	522,536	7487273,185	228505,926	522,565	7487275,104	228481,285	541,584	0,052	0,045	-0,029	-1,867	24,686	-19,048
1321	7487295,406	228509,101	524,106	7487295,390	228509,060	524,143	7487276,126	228506,862	541,825	0,016	0,041	-0,037	19,280	2,239	-17,719
1322	7487317,727	228506,774	525,933	7487317,696	228506,678	525,954	7487287,907	228508,592	541,104	0,031	0,096	-0,021	29,820	-1,818	-15,171
1323	7487398,469	228509,573	531,436	7487398,444	228509,528	531,465	7487306,896	228507,236	540,863	0,025	0,045	-0,029	91,573	2,337	-9,427
1324	7487405,277	228519,632	531,790	7487405,318	228519,584	531,829	7487385,963	228512,223	538,700	-0,041	0,048	-0,039	19,314	7,409	-6,910
1325	7487416,280	228527,276	532,439	7487416,295	228527,258	532,484	7487400,574	228514,332	537,739	-0,015	0,018	-0,045	15,706	12,944	-5,300
1326	7487424,436	228530,238	532,752	7487424,415	228530,253	532,792	7487413,363	228524,688	539,662	0,021	-0,015	-0,040	11,073	5,550	-6,910
1327	7487422,304	228544,041	532,742	7487422,282	228544,005	532,780	7487422,096	228528,445	543,987	0,022	0,036	-0,038	0,208	15,596	-11,245

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1328	7487412,708	228549,847	532,208	7487412,693	228549,811	532,240	7487418,959	228543,229	541,584	0,015	0,036	-0,032	-6,251	6,618	-9,376
1329	7487427,338	228510,514	532,739	7487427,317	228510,489	532,773	7487409,479	228552,283	542,546	0,021	0,025	-0,034	17,859	-41,769	-9,807
1330	7487423,948	228497,946	532,695	7487423,925	228497,960	532,733	7487428,822	228511,856	543,988	0,023	-0,014	-0,038	-4,874	-13,910	-11,293
1331	7487422,172	228490,738	532,333	7487422,151	228490,724	532,376	7487428,843	228510,968	544,709	0,021	0,014	-0,043	-6,671	-20,230	-12,376
1332	7487408,485	228479,833	531,611	7487408,488	228479,797	531,647	7487426,982	228506,571	546,872	-0,003	0,036	-0,036	-18,497	-26,738	-15,261
1333	7487399,509	228474,311	531,189	7487399,473	228474,266	531,218	7487423,064	228497,825	545,910	0,036	0,045	-0,029	-23,555	-23,514	-14,721
1334	7487391,975	228469,049	531,222	7487391,990	228468,997	531,243	7487409,655	228489,161	541,098	-0,015	0,052	-0,021	-17,680	-20,112	-9,876
1335	7487387,110	228467,115	530,317	7487387,105	228467,059	530,346	7487403,154	228494,379	547,112	0,005	0,056	-0,029	-16,044	-27,264	-16,795
1336	7487376,907	228461,491	529,610	7487376,901	228461,477	529,651	7487395,268	228487,073	546,872	0,006	0,014	-0,041	-18,361	-25,582	-17,262
1337	7487366,489	228454,747	529,006	7487366,492	228454,759	529,077	7487384,366	228479,425	547,833	-0,003	-0,012	-0,071	-17,877	-24,678	-18,827
1338	7487355,881	228446,422	528,277	7487355,864	228446,399	528,341	7487375,272	228473,606	547,112	0,017	0,023	-0,064	-19,391	-27,184	-18,835
1339	7487335,398	228432,098	526,910	7487335,382	228432,062	526,938	7487366,838	228466,310	547,352	0,016	0,036	-0,028	-31,440	-34,212	-20,442
1340	7487331,773	228430,433	526,998	7487331,825	228430,421	527,037	7487342,577	228448,067	547,352	-0,052	0,012	-0,039	-10,804	-17,634	-20,354
1341	7487327,644	228428,727	526,067	7487327,642	228428,725	526,096	7487333,123	228441,901	547,833	0,002	0,002	-0,029	-5,479	-13,174	-21,766
1342	7487316,023	228420,190	525,169	7487316,098	228420,181	525,203	7487330,627	228439,981	546,872	-0,075	0,009	-0,034	-14,604	-19,791	-21,703
1343	7487303,221	228411,397	524,206	7487303,132	228411,391	524,244	7487319,990	228431,509	545,189	0,089	0,006	-0,038	-16,769	-20,112	-20,983
1344	7487292,615	228404,934	523,558	7487292,540	228404,929	523,612	7487307,632	228422,379	543,747	0,075	0,005	-0,054	-15,017	-17,445	-20,189
1345	7487281,606	228398,109	522,719	7487281,618	228398,105	522,737	7487300,042	228416,059	543,507	-0,012	0,004	-0,018	-18,436	-17,950	-20,788
1346	7487275,968	228414,078	522,684	7487276,006	228414,077	522,707	7487289,078	228408,033	543,507	-0,038	0,001	-0,023	-13,110	6,045	-20,823
1347	7487294,437	228426,941	524,017	7487294,488	228426,916	524,047	7487284,105	228417,739	542,065	-0,051	0,025	-0,030	10,332	9,202	-18,048
1348	7487309,214	228442,371	525,307	7487309,202	228442,335	525,346	7487296,445	228427,939	540,863	0,012	0,036	-0,039	12,769	14,432	-15,556
1349	7487320,643	228453,517	526,248	7487320,657	228453,492	526,284	7487299,870	228427,800	539,181	-0,014	0,025	-0,036	20,773	25,717	-12,933
1350	7487325,942	228457,690	526,755	7487325,847	228457,676	526,776	7487309,256	228438,457	536,778	0,095	0,014	-0,021	16,686	19,233	-10,023
1351	7487337,545	228464,913	527,400	7487337,479	228464,927	527,423	7487316,930	228443,250	536,057	0,066	-0,014	-0,023	20,615	21,663	-8,657
1352	7487357,708	228472,736	528,901	7487357,674	228472,723	528,939	7487337,397	228470,144	536,537	0,034	0,013	-0,038	20,311	2,592	-7,636
1353	7487357,010	228487,872	528,870	7487356,987	228487,855	528,915	7487359,667	228468,368	536,537	0,023	0,017	-0,045	-2,657	19,504	-7,667
1354	7487338,481	228484,237	527,608	7487338,458	228484,223	527,650	7487353,126	228488,617	537,018	0,023	0,014	-0,042	-14,645	-4,380	-9,410
1355	7487321,711	228479,774	526,880	7487321,690	228479,756	526,909	7487337,129	228495,744	538,700	0,021	0,018	-0,029	-15,418	-15,970	-11,820
1356	7487319,884	228479,248	526,905	7487319,872	228479,233	526,935	7487321,631	228487,670	536,778	0,012	0,015	-0,030	-1,747	-8,422	-9,873
1357	7487316,247	228478,817	526,039	7487316,202	228478,792	526,072	7487325,535	228486,264	540,863	0,045	0,025	-0,033	-9,288	-7,447	-14,824

Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	D Y	D X	D Alt.	D Y	D X	D Alt.
1358	7487296,664	228475,475	524,667	7487296,628	228475,511	524,689	7487321,836	228484,572	542,305	0,036	-0,036	-0,022	-25,172	-9,097	-17,638
1359	7487280,369	228472,958	523,422	7487280,381	228472,983	523,441	7487309,411	228477,951	542,065	-0,012	-0,025	-0,019	-29,042	-4,993	-18,643
1360	7487270,035	228472,623	522,586	7487270,050	228472,659	522,603	7487292,624	228476,733	540,142	-0,015	-0,036	-0,017	-22,589	-4,110	-17,556
1361	7487269,726	228457,289	522,651	7487269,690	228457,264	522,667	7487286,000	228478,712	539,902	0,036	0,025	-0,016	-16,274	-21,423	-17,251
1362	7487283,774	228458,108	523,594	7487283,779	228458,077	523,615	7487281,693	228460,614	540,142	-0,005	0,031	-0,021	2,081	-2,506	-16,548
1363	7487302,163	228458,716	524,943	7487302,175	228458,671	524,966	7487296,392	228457,792	539,421	-0,012	0,045	-0,023	5,771	0,924	-14,478
1364	7487319,153	228460,355	526,234	7487319,167	228460,340	526,263	7487304,172	228458,636	540,383	-0,014	0,015	-0,029	14,981	1,719	-14,149
1365	7487289,445	228386,298	522,727	7487289,474	228386,242	522,758	7487315,710	228359,249	541,344	-0,029	0,056	-0,031	-26,265	27,049	-18,617
1366	7487309,897	228399,936	524,349	7487309,928	228399,921	524,369	7487313,399	228398,614	539,181	-0,031	0,015	-0,020	-3,502	1,322	-14,832
1367	7487323,428	228409,255	525,351	7487323,417	228409,219	525,379	7487308,614	228414,985	537,258	0,011	0,036	-0,028	14,814	-5,730	-11,907
1368	7487341,693	228422,666	527,040	7487341,696	228422,610	527,061	7487331,530	228399,799	537,258	-0,003	0,056	-0,021	10,163	22,867	-10,218
1369	7487355,240	228431,417	527,750	7487355,244	228431,405	527,798	7487340,053	228401,681	538,460	-0,004	0,012	-0,048	15,187	29,736	-10,710
1370	7487373,085	228443,467	529,031	7487373,135	228443,479	529,070	7487365,312	228408,881	538,220	-0,050	-0,012	-0,039	7,773	34,586	-9,189
1371	7487386,788	228454,192	530,063	7487386,868	228454,189	530,086	7487385,995	228420,437	536,537	-0,080	0,003	-0,023	0,793	33,755	-6,474
1372	7487393,636	228460,069	530,491	7487393,688	228460,074	530,520	7487384,736	228431,755	532,932	-0,052	-0,005	-0,029	8,900	28,314	-2,441
1373	7487395,392	228461,492	531,247	7487395,428	228461,436	531,265	7487383,382	228447,125	534,375	-0,036	0,056	-0,018	12,010	14,367	-3,128
1374	7487403,657	228467,076	531,268	7487403,671	228467,064	531,291	7487388,264	228453,183	534,615	-0,014	0,012	-0,023	15,393	13,893	-3,347
1375	7487418,067	228476,969	531,900	7487418,048	228476,955	531,948	7487389,991	228454,169	532,212	0,019	0,014	-0,048	28,076	22,800	-0,312
1376	7487427,045	228465,828	532,009	7487427,020	228465,813	532,042	7487397,322	228460,019	534,855	0,025	0,015	-0,033	29,723	5,809	-2,846
1377	7487418,824	228456,251	531,434	7487418,836	228456,230	531,463	7487403,840	228464,583	536,778	-0,012	0,021	-0,029	14,984	-8,332	-5,344
1378	7487408,288	228444,593	530,841	7487408,276	228444,583	530,862	7487412,245	228461,959	536,057	0,012	0,010	-0,021	-3,957	-17,366	-5,216
1379	7487406,363	228443,199	531,186	7487406,375	228443,214	531,213	7487417,244	228459,431	536,057	-0,012	-0,015	-0,027	-10,881	-16,232	-4,871
1380	7487400,127	228438,901	530,113	7487400,142	228438,922	530,135	7487412,442	228449,012	537,499	-0,015	-0,021	-0,022	-12,315	-10,111	-7,386
1381	7487390,687	228428,669	529,322	7487390,708	228428,658	529,354	7487405,249	228444,607	538,220	-0,021	0,011	-0,032	-14,562	-15,938	-8,898
1382	7487375,221	228414,871	528,205	7487375,206	228414,912	528,234	7487402,693	228441,937	539,421	0,015	-0,041	-0,029	-27,472	-27,066	-11,216
1383	7487345,659	228386,428	525,834	7487345,649	228386,439	525,853	7487356,453	228400,222	530,190	0,010	-0,011	-0,019	-10,794	-13,794	-4,356
1384	7487334,227	228375,326	524,811	7487334,202	228375,337	524,852	7487351,294	228400,600	532,409	0,025	-0,011	-0,041	-17,067	-25,274	-7,598

	DY	DX	DAlt.	DY	DX	DAlt.
Média	0,022	0,004	-0,009	-1,927	-0,559	-11,357
Dev.Pad.	0,053	0,065	0,131	13,225	14,890	5,161
Maior	0,521	0,520	1,256	91,573	57,515	4,942
Menor	-0,085	-0,360	-0,560	-31,868	-41,769	-29,124

Pontos levantados da poligonal de base

	ESTAÇÃO TOTAL			GPS GEODÉSICO			GPS NAVEGAÇÃO			ESTAÇÃO X GPSG			ESTAÇÃO X GPSN		
Estaca	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	N (Y)	E (X)	ALTITUDE	DY	DX	DAlt.	DY	DX	DAlt.
E1	7487472,127	228355,737	527,146	7487472,139	228355,742	527,149	7487474,459	228351,470	532,692	-0,012	-0,005	-0,003	-2,332	4,267	-5,546
E2	7487585,553	228492,475	533,168	7487585,568	228492,478	533,176	7487586,733	228494,117	542,065	-0,015	-0,003	-0,008	-1,180	-1,642	-8,897
E3	7487553,605	228591,567	536,340	7487553,626	228591,552	536,360	7487567,437	228606,332	543,026	-0,021	0,015	-0,020	-13,832	-14,765	-6,686
E4	7487492,311	228639,826	534,944	7487492,308	228639,805	534,969	7487498,980	228637,232	549,996	0,003	0,021	-0,025	-6,669	2,594	-15,052
E5	7487418,889	228649,751	528,781	7487418,900	228649,750	528,790	7487429,053	228651,593	547,352	-0,011	0,001	-0,009	-10,164	-1,842	-18,571
E6	7487355,043	228621,084	524,203	7487355,027	228621,109	524,211	7487360,260	228618,518	545,910	0,016	-0,025	-0,008	-5,217	2,566	-21,707
E7	7487305,191	228558,707	523,429	7487305,188	228558,722	523,466	7487308,658	228563,614	540,142	0,003	-0,015	-0,037	-3,467	-4,907	-16,713
E8	7487323,354	228459,495	527,129	7487323,346	228459,480	527,158	7487308,874	228447,814	538,700	0,008	0,015	-0,029	14,480	11,681	-11,571
E9	7487354,684	228396,116	527,214	7487354,678	228396,121	527,245	7487366,027	228400,440	536,537	0,006	-0,005	-0,031	-11,343	-4,324	-9,323

	DY	DX	DAlt.	DY	DX	DAlt.
Média	-0,003	0,000	-0,019	-4,414	-0,708	-12,674
Dev.Pad.	0,055	0,015	0,012	8,278	7,334	5,609
Maior	0,016	0,021	-0,003	14,480	11,681	-5,546
Menor	-0,021	-0,025	-0,037	-13,832	-14,765	-21,707

Anexo B – Relatórios de dados obtidos nas áreas com declividades variando de 0 a 1%, 2 a 4% e 5 a 8% nas áreas A, B e C.

Tabela de coordenadas da área 01 Declividade 0 a 1 % - levantada com os equipamentos - Estação total , GPS geodésico e GPS de navegação

Área A

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
2	228507,680	7487457,454	532,701	532,787	540,188	-0,086	-7,487
3	228517,536	7487455,464	532,824	532,898	540,784	-0,074	-7,960
4	228527,670	7487453,708	533,093	533,107	541,382	-0,014	-8,289
5	228537,263	7487451,681	533,297	533,322	539,675	-0,025	-6,378
6	228547,396	7487449,925	533,452	533,466	541,112	-0,014	-7,660
7	228556,989	7487447,763	533,425	533,488	543,305	-0,063	-9,880
8	228558,881	7487457,896	533,872	533,894	544,408	-0,022	-10,536
9	228548,882	7487459,653	533,526	533,547	534,710	-0,021	-1,184
10	228539,425	7487461,274	533,399	533,435	524,029	-0,036	9,370
11	228529,291	7487463,301	533,204	533,218	525,467	-0,014	7,737
12	228519,563	7487465,463	532,952	532,969	524,539	-0,017	8,413
13	228509,700	7487467,354	532,817	532,862	526,523	-0,045	6,294
14	228511,456	7487477,082	532,699	532,735	550,042	-0,036	-17,343
15	228521,454	7487474,785	533,195	533,220	545,705	-0,025	-12,510
16	228531,453	7487473,299	533,425	533,439	545,662	-0,014	-12,237
17	228540,776	7487471,273	533,628	533,673	543,851	-0,045	-10,223
18	228551,044	7487469,786	533,790	533,826	545,058	-0,036	-11,268
19	228560,367	7487467,219	533,935	533,679	543,471	0,256	-9,536
20	228562,259	7487477,488	534,052	533,683	541,926	0,369	-7,874
21	228552,936	7487478,974	533,924	533,939	543,407	-0,015	-9,483
22	228542,802	7487480,866	533,825	533,862	543,696	-0,037	-9,871
23	228532,939	7487483,163	533,425	533,463	543,489	-0,038	-10,064
24	228523,076	7487484,649	533,024	533,088	541,895	-0,064	-8,871
25	228513,348	7487486,675	532,981	532,995	550,892	-0,014	-17,911
26	228515,374	7487496,674	532,822	532,833	554,119	-0,011	-21,297
27	228524,697	7487494,647	533,125	533,139	552,022	-0,014	-18,897
28	228535,101	7487492,756	533,446	533,455	551,398	-0,009	-17,952
29	228544,694	7487490,999	533,751	533,754	546,663	-0,003	-12,912
30	228554,557	7487488,702	534,142	534,143	544,363	-0,001	-10,221
31	228564,150	7487487,351	534,164	534,190	541,216	-0,026	-7,052
32	228566,717	7487496,674	534,241	534,262	533,481	-0,021	0,760
33	228556,179	7487498,836	534,151	534,166	543,915	-0,015	-9,764
34	228546,991	7487500,997	533,897	533,911	543,795	-0,014	-9,898
35	228536,857	7487502,754	533,529	533,554	544,785	-0,025	-11,256
36	228526,994	7487504,375	533,272	533,308	547,951	-0,036	-14,679
37	228517,401	7487506,537	532,799	532,867	548,960	-0,068	-16,161

Área B

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
32	228566,717	7487496,674	534,241	534,262	533,481	-0,021	0,760
33	228556,179	7487498,836	534,151	534,166	543,915	-0,015	-9,764
34	228546,991	7487500,997	533,897	533,911	543,795	-0,014	-9,898
35	228536,857	7487502,754	533,529	533,554	544,785	-0,025	-11,256
36	228526,994	7487504,375	533,272	533,308	547,951	-0,036	-14,679
37	228517,401	7487506,537	532,799	532,867	548,960	-0,068	-16,161
38	228518,887	7487516,130	532,852	532,867	548,950	-0,015	-16,098
39	228528,751	7487514,644	533,199	533,217	534,056	-0,018	-0,857
40	228538,479	7487512,212	533,521	533,542	536,838	-0,021	-3,317
41	228548,477	7487510,320	533,827	533,849	536,090	-0,022	-2,263
42	228557,935	7487508,429	534,127	534,161	537,049	-0,034	-2,922
43	228568,204	7487506,672	534,381	534,433	539,746	-0,052	-5,365
44	228569,825	7487516,941	534,307	534,385	542,518	-0,078	-8,211
45	228560,232	7487518,427	534,161	534,193	542,015	-0,032	-7,854
46	228550,098	7487520,319	533,907	534,467	537,492	-0,560	-3,585
47	228540,641	7487522,075	533,602	533,648	534,406	-0,046	-0,804
48	228530,777	7487524,102	533,314	533,346	545,240	-0,032	-11,926
49	228521,184	7487525,723	532,728	532,751	543,844	-0,023	-11,116
50	228523,346	7487535,857	532,698	532,744	540,745	-0,046	-8,047
51	228532,669	7487533,965	533,212	533,234	540,179	-0,022	-6,967
52	228542,802	7487531,803	533,594	533,613	541,384	-0,019	-7,790
53	228552,936	7487530,047	533,981	534,167	541,929	-0,018	-7,780
54	228561,718	7487528,155	534,149	534,216	537,716	-0,018	-3,518
55	228571,852	7487526,264	534,198	534,400	538,275	-0,019	-3,894
56	228573,473	7487536,532	534,381	534,335	539,472	-0,011	-5,148
57	228564,420	7487538,154	534,324	533,913	540,994	-0,011	-7,092
58	228554,017	7487540,180	533,902	533,917	542,930	-0,015	-9,028
59	228544,289	7487541,802	533,621	533,635	543,410	-0,014	-9,789
60	228534,696	7487543,828	533,308	533,325	542,911	-0,017	-9,603
61	228525,238	7487545,450	532,892	532,910	539,443	-0,018	-6,551
62	228526,454	7487555,583	533,102	533,233	538,871	-0,131	-5,769
63	228536,452	7487553,286	533,392	533,415	540,127	-0,023	-6,735
64	228546,450	7487551,935	533,692	533,711	539,118	-0,019	-5,426
65	228556,043	7487549,908	533,901	533,921	540,253	-0,020	-6,352
66	228565,772	7487547,882	534,410	534,436	539,695	-0,026	-5,285
67	228575,635	7487545,855	534,625	534,644	540,638	-0,019	-6,013

Área C

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
62	228526,454	7487555,583	533,102	533,233	538,871	-0,131	-5,769
63	228536,452	7487553,286	533,392	533,415	540,127	-0,023	-6,735
64	228546,450	7487551,935	533,692	533,711	539,118	-0,019	-5,426
65	228556,043	7487549,908	533,901	533,921	540,253	-0,020	-6,352
66	228565,772	7487547,882	534,410	534,436	539,695	-0,026	-5,285
67	228575,635	7487545,855	534,625	534,644	540,638	-0,019	-6,013
68	228577,662	7487555,988	534,692	534,709	540,981	-0,017	-6,289
69	228567,933	7487557,880	534,529	534,548	539,410	-0,019	-4,881
70	228558,070	7487560,177	534,142	534,153	538,401	-0,011	-4,259
71	228548,207	7487561,123	533,721	533,734	536,023	-0,013	-2,302
72	228538,209	7487563,555	533,444	533,458	537,538	-0,014	-4,094
73	228528,345	7487565,581	533,102	533,120	538,820	-0,018	-5,718
74	228530,507	7487575,039	533,162	532,626	542,529	0,536	-9,367
75	228539,830	7487573,013	533,492	532,971	543,741	0,521	-10,249
76	228550,369	7487571,526	533,904	533,915	539,257	-0,011	-5,353
77	228559,962	7487569,500	534,420	534,439	539,706	-0,019	-5,286
78	228569,825	7487567,473	534,701	534,710	541,734	-0,009	-7,033
79	228579,013	7487565,581	534,811	534,818	541,569	-0,007	-6,758
80	228581,445	7487575,580	535,003	535,012	543,518	-0,009	-8,515
81	228571,852	7487577,607	534,610	534,620	541,559	-0,010	-6,949
82	228562,124	7487579,633	534,389	534,400	541,686	-0,011	-7,297
83	228552,125	7487581,119	533,799	533,808	541,049	-0,009	-7,250
84	228542,802	7487583,146	533,521	533,526	539,860	-0,005	-6,339
85	228532,128	7487584,768	533,277	533,287	540,006	-0,010	-6,729
86	228534,155	7487595,036	533,097	533,101	540,367	-0,004	-7,270
87	228544,018	7487592,739	533,521	533,532	540,443	-0,011	-6,922
88	228553,747	7487590,983	533,952	533,964	542,551	-0,012	-8,599
89	228563,745	7487589,091	534,421	534,430	542,293	-0,009	-7,872
90	228573,203	7487587,064	534,889	534,900	540,857	-0,011	-5,968
91	228583,742	7487585,173	535,399	535,245	544,963	0,154	-9,564
92	228585,363	7487595,441	535,497	534,672	542,186	0,825	-6,689
93	228575,770	7487597,198	535,106	534,737	542,475	0,369	-7,369
94	228565,907	7487598,684	534,814	533,558	542,403	1,256	-7,589
95	228556,179	7487601,251	534,027	533,771	544,139	0,256	-10,112
96	228546,045	7487602,873	533,521	533,152	544,778	0,369	-11,257
97	228535,912	7487604,494	532,934	532,943	542,282	-0,009	-9,348

Tabela de coordenadas da área 02 – declividade 2 a 4 % - levantada com os equipamentos - Estação total , GPS geodésico e GPS de navegação

Área A

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
100	228524,562	7487434,927	532,742	532,745	547,438	-0,003	-14,696
101	228533,615	7487438,035	532,921	532,935	545,556	-0,014	-12,635
102	228543,208	7487441,683	533,052	532,959	530,334	0,093	2,718
103	228552,936	7487444,385	533,124	533,044	519,676	0,080	13,448
104	228562,259	7487446,952	533,448	533,433	531,003	0,015	2,445
105	228571,852	7487450,195	533,621	533,594	541,429	0,027	-7,808
106	228574,554	7487440,467	533,397	533,382	549,616	0,015	-16,219
107	228565,636	7487437,765	533,292	533,224	535,874	0,068	-2,582
108	228556,043	7487434,657	532,902	532,878	521,003	0,024	11,899
109	228546,045	7487431,549	532,747	532,724	549,927	0,023	-17,180
110	228536,182	7487428,036	532,721	532,682	545,134	0,039	-12,413
111	228526,994	7487425,604	532,301	532,286	549,425	0,015	-17,124
112	228529,967	7487416,011	531,981	531,963	547,769	0,018	-15,788
113	228539,830	7487418,984	532,217	532,168	541,555	0,049	-9,338
114	228549,963	7487422,091	532,412	532,373	530,109	0,039	2,303
115	228558,746	7487425,334	532,629	532,602	537,091	0,027	-4,462
116	228568,474	7487427,901	532,821	532,806	543,929	0,015	-11,108
117	228577,526	7487431,279	533,001	532,952	540,191	0,049	-7,190
118	228579,688	7487421,010	532,421	532,382	533,511	0,039	-1,090
119	228571,581	7487418,714	532,390	532,668	534,789	-0,278	-2,399
120	228561,718	7487415,606	532,222	532,623	539,991	-0,401	-7,769
121	228552,260	7487412,633	532,040	532,024	537,506	0,016	-5,466
122	228542,802	7487409,121	531,829	531,789	532,176	0,040	-0,347
123	228533,209	7487405,878	531,629	531,588	537,584	0,041	-5,955
124	228536,452	7487396,960	531,247	531,178	532,070	0,069	-0,823
125	228545,640	7487399,392	531,421	531,406	532,445	0,015	-1,024
126	228555,908	7487403,176	531,592	531,580	536,445	0,012	-4,853
127	228564,826	7487406,283	531,622	531,607	536,932	0,015	-5,310
128	228574,554	7487409,256	531,887	531,877	539,855	0,010	-7,968
129	228583,606	7487412,633	531,982	531,979	539,846	0,003	-7,864
130	228586,444	7487402,500	531,500	531,499	518,435	0,001	13,065
131	228577,391	7487399,663	531,482	531,454	539,476	0,028	-7,994
132	228567,663	7487396,285	531,307	531,284	543,692	0,023	-12,385
133	228558,205	7487393,447	530,974	530,958	548,136	0,016	-17,162
134	228548,612	7487390,475	530,799	530,784	530,883	0,015	-0,084
135	228539,289	7487387,232	530,591	530,564	529,782	0,027	0,809

Área B

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
130	228586,444	7487402,500	531,500	531,499	518,435	0,001	13,065
131	228577,391	7487399,663	531,482	531,454	539,476	0,028	-7,994
132	228567,663	7487396,285	531,307	531,284	543,692	0,023	-12,385
133	228558,205	7487393,447	530,974	530,958	548,136	0,016	-17,162
134	228548,612	7487390,475	530,799	530,784	530,883	0,015	-0,084
135	228539,289	7487387,232	530,591	530,564	529,782	0,027	0,809
137	228551,855	7487380,747	530,272	530,198	536,704	0,074	-6,432
138	228561,448	7487383,584	530,522	530,506	536,757	0,016	-6,235
139	228570,771	7487387,232	530,894	530,874	533,630	0,020	-2,736
140	228580,499	7487389,934	530,901	530,878	535,769	0,023	-4,868
141	228590,362	7487393,312	530,827	530,803	535,408	0,024	-4,581
142	228593,335	7487383,719	530,000	529,963	533,891	0,037	-3,891
143	228583,336	7487380,341	530,022	529,966	536,661	0,056	-6,639
144	228574,419	7487377,639	530,033	529,948	525,486	0,085	4,547
145	228564,285	7487374,802	529,963	529,928	526,788	0,035	3,175
146	228554,827	7487371,154	529,721	529,113	531,009	0,608	-1,288
147	228545,099	7487368,722	529,441	529,391	525,728	0,050	3,713
148	228548,747	7487358,588	528,792	528,757	520,359	0,035	8,433
149	228558,070	7487361,561	529,010	528,985	523,551	0,025	5,459
150	228567,528	7487364,668	529,049	528,999	523,981	0,050	5,068
151	228577,391	7487367,641	529,057	529,033	545,954	0,024	-16,897
152	228586,984	7487371,154	529,108	529,087	528,226	0,021	0,882
153	228595,902	7487373,991	529,093	529,073	527,438	0,020	1,655
154	228599,144	7487364,263	528,332	528,312	530,210	0,020	-1,878
155	228589,281	7487361,291	528,397	528,376	528,662	0,021	-0,265
156	228580,499	7487358,318	528,429	528,417	530,416	0,012	-1,987
157	228571,041	7487355,210	528,431	528,419	521,334	0,012	7,097
158	228561,043	7487352,238	528,397	528,381	531,171	0,016	-2,774
159	228551,450	7487349,130	528,224	528,209	532,043	0,015	-3,819
160	228554,017	7487339,672	527,421	527,403	525,801	0,018	1,620
161	228563,475	7487343,050	527,628	527,608	534,554	0,020	-6,926
162	228573,878	7487346,158	527,721	527,579	536,281	0,142	-8,560
163	228583,471	7487348,860	527,738	527,713	534,040	0,025	-6,302
164	228592,254	7487352,103	527,563	527,542	531,810	0,021	-4,247
165	228601,847	7487354,670	527,628	527,606	535,654	0,022	-8,026

Área C

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
165	228601,847	7487354,670	527,628	527,606	535,654	0,022	-8,026
166	228605,225	7487344,942	526,721	526,693	530,945	0,028	-4,224
167	228595,767	7487342,645	527,072	527,051	525,797	0,021	1,275
168	228586,309	7487339,943	527,034	527,016	540,735	0,018	-13,701
169	228576,716	7487336,024	527,210	527,189	541,489	0,021	-14,279
170	228566,717	7487332,917	526,901	526,889	542,140	0,012	-15,239
171	228557,800	7487329,944	526,784	526,770	522,833	0,014	3,951
172	228560,772	7487320,757	525,582	525,567	524,143	0,015	1,439
173	228569,690	7487323,864	525,748	525,728	534,305	0,020	-8,557
174	228579,688	7487327,242	525,821	526,403	539,311	-0,582	-13,490
175	228589,687	7487329,539	525,9 47	526,512	544,017	-0,565	-18,070
176	228598,064	7487332,782	525,811	525,799	541,276	0,012	-15,465
177	228607,792	7487335,754	525,492	525,471	557,935	0,021	-32,443
178	228611,034	7487326,296	524,321	524,311	537,429	0,010	-13,108
179	228601,306	7487323,189	524,472	524,464	507,630	0,008	16,842
180	228592,389	7487320,081	524,721	524,711	510,427	0,010	14,294
181	228583,066	7487317,514	524,802	524,791	504,596	0,011	20,206
182	228572,933	7487314,271	524,871	524,859	532,563	0,012	-7,692
183	228564,285	7487311,299	524,853	524,843	508,164	0,010	16,689
184	228566,852	7487301,571	523,904	523,899	510,794	0,005	13,110
185	228576,445	7487304,273	523,902	523,891	510,410	0,011	13,492
186	228584,823	7487308,056	523,812	523,808	524,125	0,004	-0,313
187	228595,496	7487310,893	823,711	823,699	807,760	0,012	15,951
188	228604,819	7487313,731	523,668	523,655	512,650	0,013	11,018
189	228614,682	7487316,703	523,372	523,362	508,511	0,010	14,861
190	228616,844	7487306,840	522,274	522,262	536,072	0,012	-13,798
191	228607,522	7487304,543	522,521	522,688	518,570	-0,167	3,951
192	228598,874	7487301,165	522,682	523,577	521,243	-0,895	1,439
193	228588,741	7487298,598	522,847	523,248	528,899	-0,401	-6,052
194	228579,013	7487295,085	522,974	524,337	526,625	-1,363	-3,651
195	228569,420	7487292,113	523,027	523,305	526,098	-0,278	-3,071
191	228607,522	7487304,543	522,521	522,688	518,570	-0,167	3,951
192	228598,874	7487301,165	522,682	523,577	521,243	-0,895	1,439
193	228588,741	7487298,598	522,847	523,248	528,899	-0,401	-6,052
194	228579,013	7487295,085	522,974	524,337	526,625	-1,363	-3,651
195	228569,420	7487292,113	523,027	523,305	526,098	-0,278	-3,071

Tabela de coordenadas da área 03 – declividade entre 5 a 8 % - levantada com os equipamentos - Estação total , GPS geodésico e GPS de navegação

Área A

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
200	228508,155	7487451,870	532,521	532,922	545,410	-0,401	-12,889
201	228507,744	7487442,420	532,447	532,437	544,300	0,010	-11,853
202	228508,360	7487432,355	532,194	532,198	547,654	-0,004	-15,460
203	228507,950	7487421,673	531,897	531,915	541,003	-0,018	-9,106
204	228508,360	7487412,635	531,528	531,411	544,971	0,117	-13,443
205	228508,566	7487401,953	531,317	531,216	547,258	0,101	-15,941
206	228499,117	7487401,953	531,194	531,175	565,950	0,019	-34,756
207	228498,911	7487411,608	531,399	531,365	548,832	0,034	-17,433
208	228498,500	7487421,673	531,621	531,602	544,897	0,019	-13,276
209	228498,911	7487431,328	531,872	531,786	521,471	0,086	10,401
210	228497,884	7487442,215	532,149	532,119	515,201	0,030	16,948
211	228497,884	7487451,048	532,082	532,053	510,835	0,029	21,247
212	228488,230	7487451,664	531,902	531,853	513,175	0,049	18,727
213	228488,640	7487442,215	531,961	531,942	517,972	0,019	13,989
214	228488,230	7487431,122	531,694	531,671	542,637	0,023	-10,943
215	228488,640	7487421,263	531,397	531,336	523,079	0,061	8,318
216	228488,846	7487410,992	530,990	530,941	506,150	0,049	24,840
217	228489,051	7487401,543	530,621	530,587	509,453	0,034	21,168
218	228478,986	7487401,337	530,152	530,133	514,140	0,019	16,012
219	228478,986	7487411,813	530,847	530,786	537,772	0,061	-6,925
220	228478,370	7487421,673	530,992	530,943	538,134	0,049	-7,142
221	228478,575	7487432,150	531,229	531,578	556,210	-0,349	-24,981
222	228477,959	7487441,393	531,452	531,955	547,092	-0,503	-15,640
223	228477,959	7487451,459	531,447	531,427	533,385	0,020	-1,938
224	228468,099	7487450,842	531,128	531,078	539,663	0,050	-8,535
225	228468,715	7487442,215	530,874	530,822	538,792	0,052	-7,918
226	228468,304	7487431,739	530,701	530,614	535,085	0,087	-4,384
227	228468,921	7487421,057	530,577	530,558	521,598	0,019	8,979
228	228468,715	7487411,813	530,428	530,413	538,518	0,015	-8,090
229	228469,126	7487401,132	530,297	530,278	531,451	0,019	-1,154
230	228459,061	7487401,337	529,721	529,709	547,083	0,012	-17,362
231	228458,650	7487410,992	529,927	529,923	586,421	0,004	-56,494
232	228458,444	7487421,057	530,194	530,192	518,250	0,002	11,944
233	228458,444	7487431,533	530,372	530,337	536,070	0,035	-5,698
234	228458,444	7487440,572	530,590	530,561	520,759	0,029	9,831
235	228458,239	7487451,048	530,601	530,581	537,790	0,020	-7,189

Área B

P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
230	228459,061	7487401,337	529,721	529,709	547,083	0,012	-17,362
231	228458,650	7487410,992	529,927	529,923	586,421	0,004	-56,494
232	228458,444	7487421,057	530,194	530,192	518,250	0,002	11,944
233	228458,444	7487431,533	530,372	530,337	536,070	0,035	-5,698
234	228458,444	7487440,572	530,590	530,561	520,759	0,029	9,831
235	228458,239	7487451,048	530,601	530,581	537,790	0,020	-7,189
236	228447,968	7487450,637	530,097	530,078	533,480	0,019	-3,383
237	228448,790	7487440,982	530,021	529,987	512,898	0,034	17,123
238	228447,763	7487430,301	529,827	529,778	514,517	0,049	15,310
239	228448,379	7487420,441	529,694	529,622	513,614	0,072	16,080
240	228448,379	7487410,375	529,472	529,456	517,195	0,016	12,277
241	228448,790	7487400,721	529,052	529,033	548,036	0,019	-18,984
242	228439,135	7487401,132	528,592	528,570	542,472	0,022	-13,880
243	228439,341	7487411,197	529,044	529,021	541,835	0,023	-12,791
244	228437,697	7487421,057	529,299	529,263	531,645	0,036	-2,346
245	228438,108	7487430,917	529,341	529,286	532,391	0,055	-3,050
246	228437,903	7487440,982	529,472	529,389	534,483	0,083	-5,011
247	228437,903	7487450,842	529,479	529,445	535,531	0,034	-6,052
248	228428,659	7487450,842	528,841	528,248	538,137	0,593	-9,296
249	228428,454	7487440,982	528,811	528,762	532,866	0,049	-4,055
250	228428,864	7487431,533	528,774	528,740	529,616	0,034	-0,842
251	228428,659	7487420,235	528,529	528,505	529,010	0,024	-0,481
252	228429,070	7487410,581	528,392	528,343	526,888	0,049	1,504
253	228429,070	7487401,132	528,001	527,978	522,834	0,023	5,167
254	228418,594	7487400,310	527,447	527,427	525,213	0,020	2,234
255	228418,594	7487410,375	527,694	527,675	529,798	0,019	-2,104
256	228417,772	7487420,852	527,829	527,810	522,175	0,019	5,654
257	228417,977	7487430,712	527,974	527,954	521,803	0,020	6,171
258	228417,977	7487440,572	528,111	528,099	545,425	0,012	-17,314
259	228417,977	7487450,637	528,194	528,182	545,486	0,012	-17,292
260	228408,323	7487450,432	527,621	527,605	527,869	0,016	-0,248
261	228408,323	7487440,572	527,604	527,589	529,858	0,015	-2,254
262	228408,734	7487429,479	527,587	527,569	529,762	0,018	-2,175
263	228408,528	7487420,441	527,521	527,502	530,210	0,019	-2,689
264	228408,939	7487409,759	527,327	527,188	530,092	0,139	-2,765
265	228409,350	7487400,310	526,884	526,860	529,093	0,024	-2,209

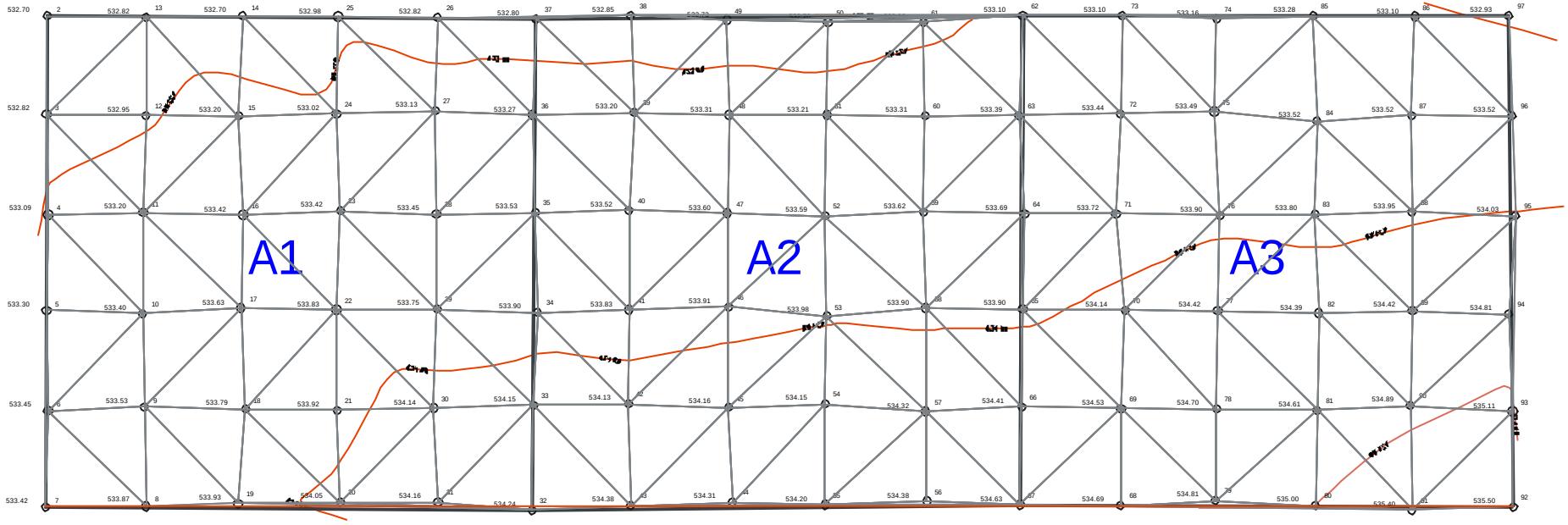
Área C

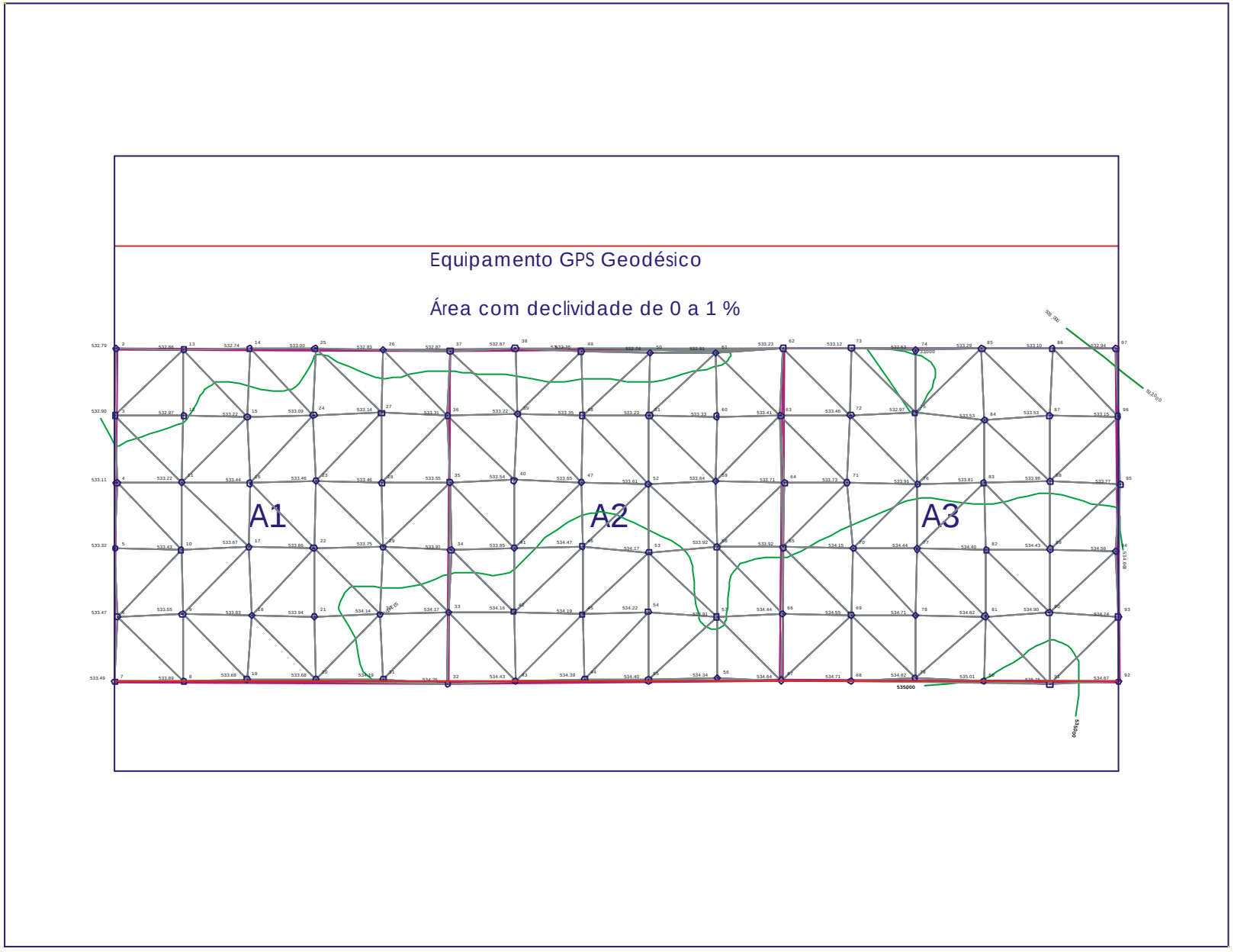
P.V.	Coord. E(X)	Estação Total Coord. N(Y)	Altitude	GPS Geodésico Altitude	GPS Navegação Altitude	GPS Geodésico Erro (Z)	GPS Navegação Erro (Z)
260	228408,323	7487450,432	527,621	527,605	527,869	0,016	-0,248
261	228408,323	7487440,572	527,604	527,589	529,858	0,015	-2,254
262	228408,734	7487429,479	527,587	527,569	529,762	0,018	-2,175
263	228408,528	7487420,441	527,521	527,502	530,210	0,019	-2,689
264	228408,939	7487409,759	527,327	527,188	530,092	0,139	-2,765
265	228409,350	7487400,310	526,884	526,860	529,093	0,024	-2,209
267	228398,257	7487409,759	526,721	526,700	525,757	0,021	0,964
268	228398,257	7487420,646	527,011	526,983	527,559	0,028	-0,548
269	228398,668	7487430,917	527,067	527,047	528,530	0,020	-1,463
270	228398,052	7487440,572	527,034	527,016	532,604	0,018	-5,570
271	228397,641	7487450,432	527,021	527,001	530,702	0,020	-3,681
272	228388,397	7487449,610	526,347	526,335	527,683	0,012	-1,336
273	228388,397	7487440,161	526,351	526,337	529,112	0,014	-2,761
274	228388,397	7487430,301	526,298	526,283	532,776	0,015	-6,478
275	228389,014	7487419,208	526,192	526,173	529,509	0,019	-3,317
276	228389,014	7487408,527	525,924	526,491	522,193	-0,567	3,731
277	228389,014	7487400,105	525,728	526,279	517,842	-0,551	7,886
278	228379,564	7487399,488	524,947	524,935	529,038	0,012	-4,091
279	228378,537	7487409,143	525,182	525,162	528,206	0,020	-3,024
280	228378,537	7487420,030	525,445	525,435	524,595	0,010	0,850
281	228378,332	7487430,095	525,621	525,614	525,598	0,007	0,023
282	228378,332	7487440,572	525,690	525,680	528,157	0,010	-2,467
283	228378,332	7487450,226	525,721	525,710	530,449	0,011	-4,728
284	228367,856	7487449,405	524,921	524,909	526,150	0,012	-1,229
285	228368,061	7487439,339	524,897	524,887	525,295	0,010	-0,398
286	228368,472	7487430,301	524,881	524,876	527,743	0,005	-2,862
287	228368,677	7487419,414	524,724	524,708	530,110	0,016	-5,386
288	228368,677	7487409,759	524,521	524,515	530,924	0,006	-6,403
289	228369,088	7487399,694	524,320	524,302	532,845	0,018	-8,525
290	228358,817	7487399,283	523,872	523,853	529,062	0,019	-5,190
291	228359,023	7487409,348	524,003	523,989	532,860	0,014	-8,857
292	228357,996	7487419,619	524,184	524,166	535,339	0,018	-11,155
293	228358,201	7487429,890	524,252	524,499	517,472	-0,247	6,780
294	228358,201	7487439,955	524,328	525,651	516,025	-1,323	8,303
295	228358,201	7487449,405	524,390	524,982	535,521	-0,592	-11,131

ANEXO C – PLANTAS PLANIALTIMETRICAS DAS ÁREAS LEVANTADAS PELOS DIFERENTES EQUIPAMENTOS

Equipamento Estação Total

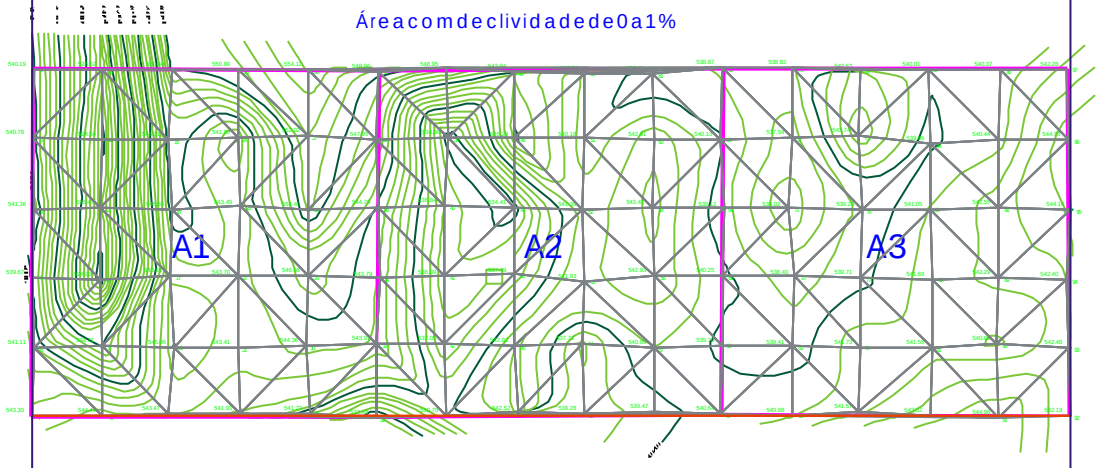
Área com declividade de 0 a 1 %




Equipamento GPS Geodésico
Área com declividade de 0 a 1 %
A1
A2
A3

EquipamentoGPS Navegação

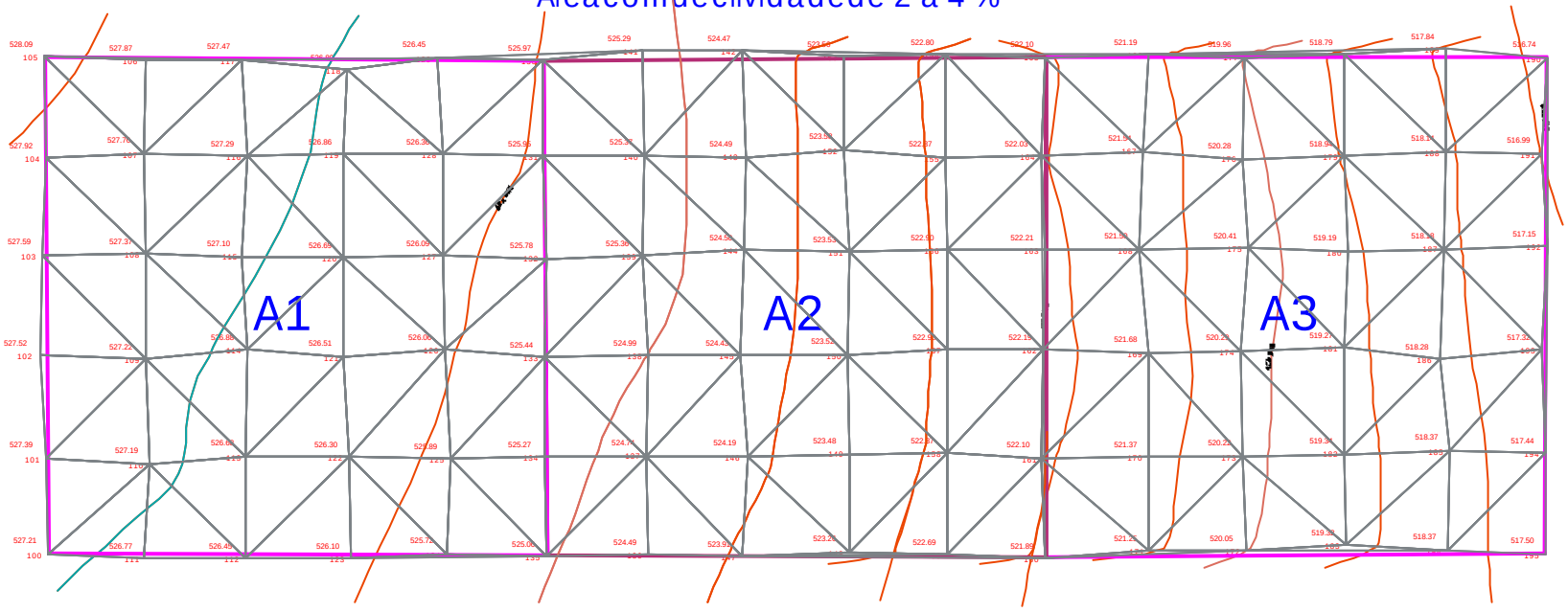
Áreacomdeclividadede0a1%



TQ7

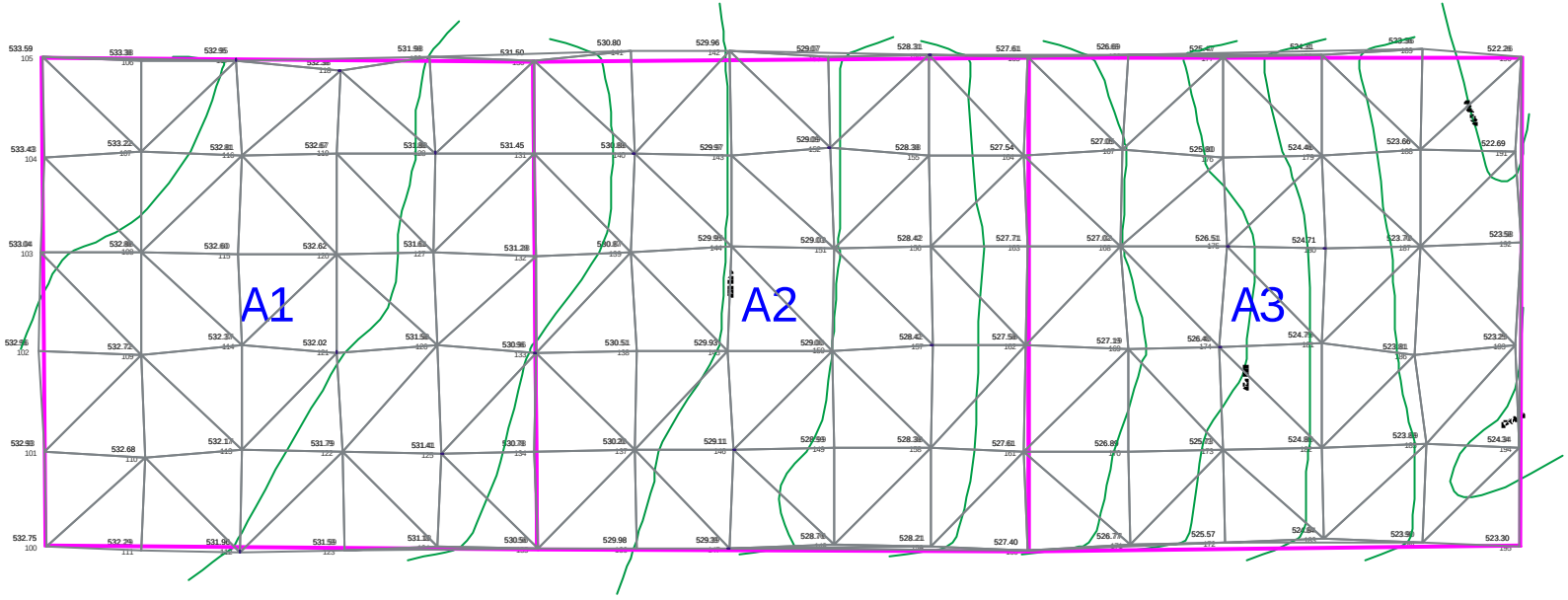
Equipamento Estação Total

Áreacomdeclividadede 2 a 4 %



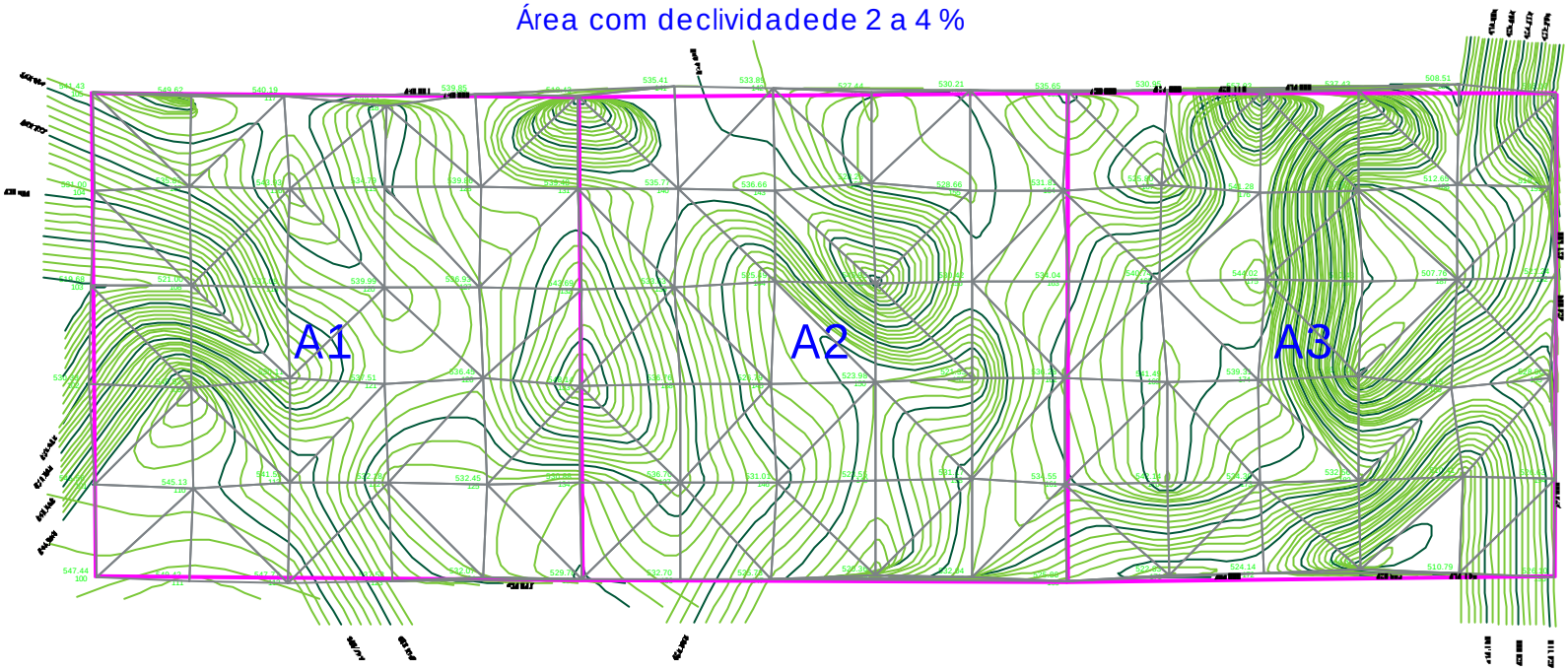
Equipamento GPSGeodésico

Área com declividade d e 2 a 4 %



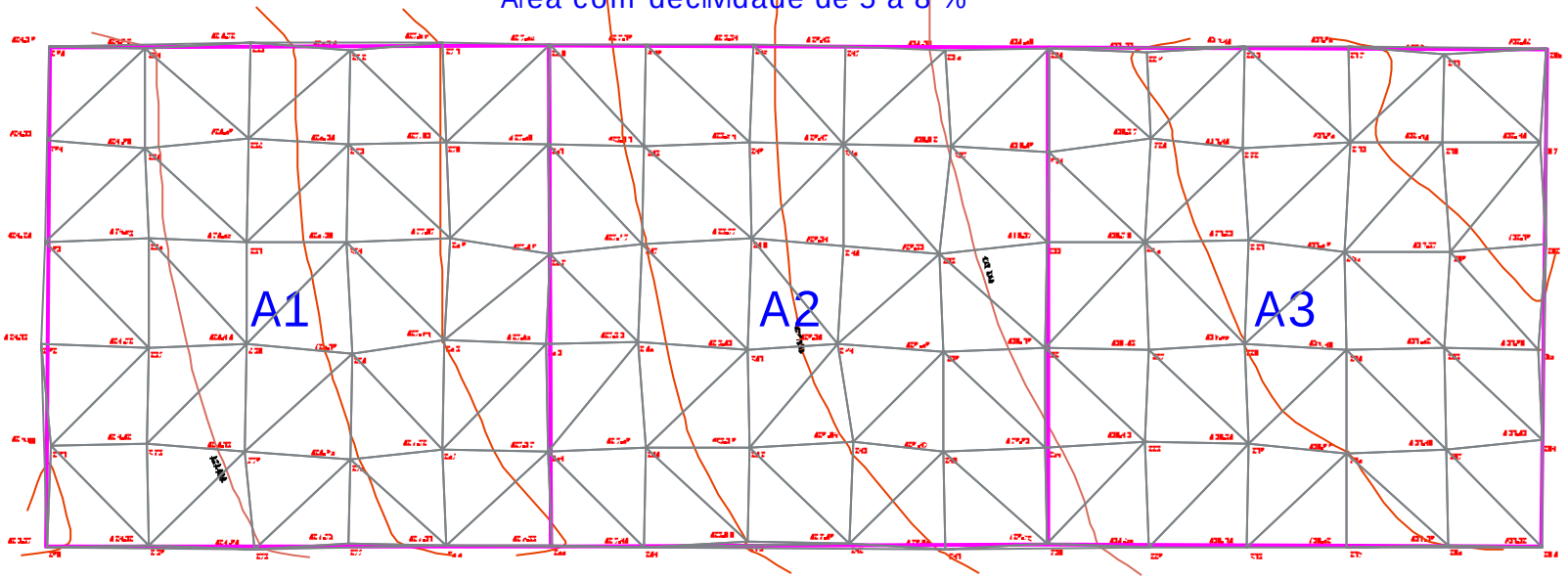
Equipamento GPS Navegação

Área com declividadede 2 a 4 %



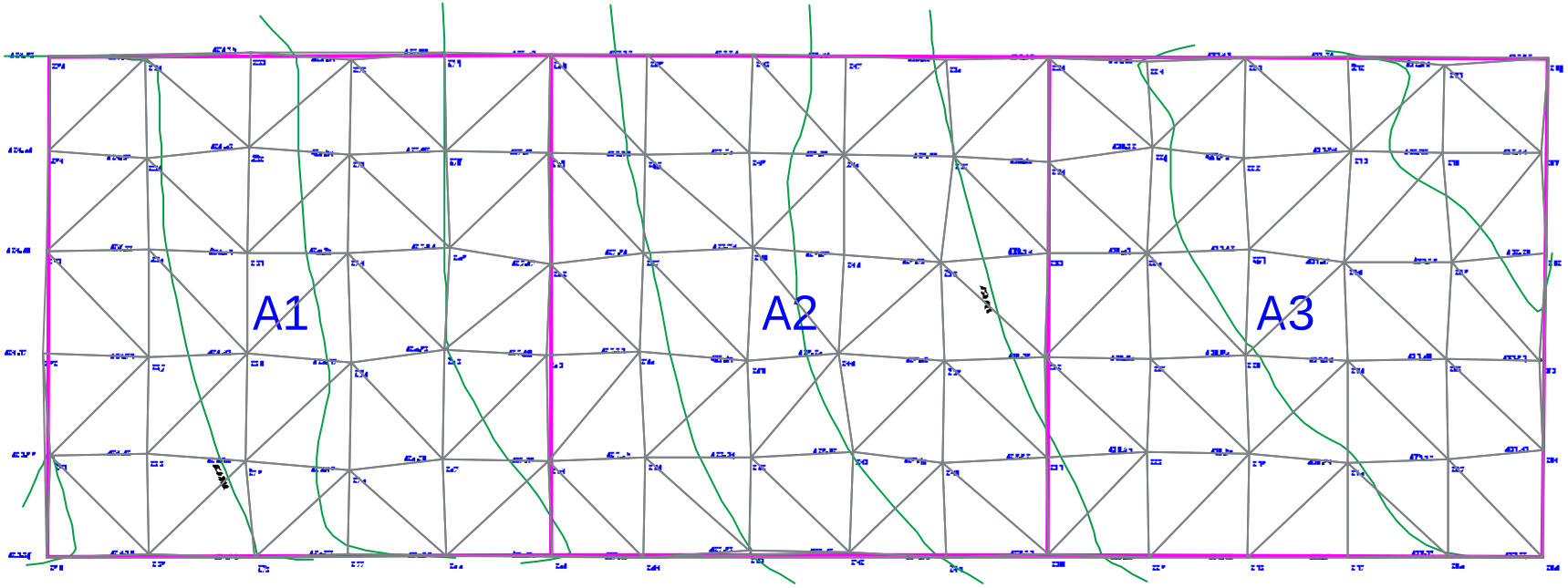
Equipamento Estação Total

Área com declividade de 5 a 8 %



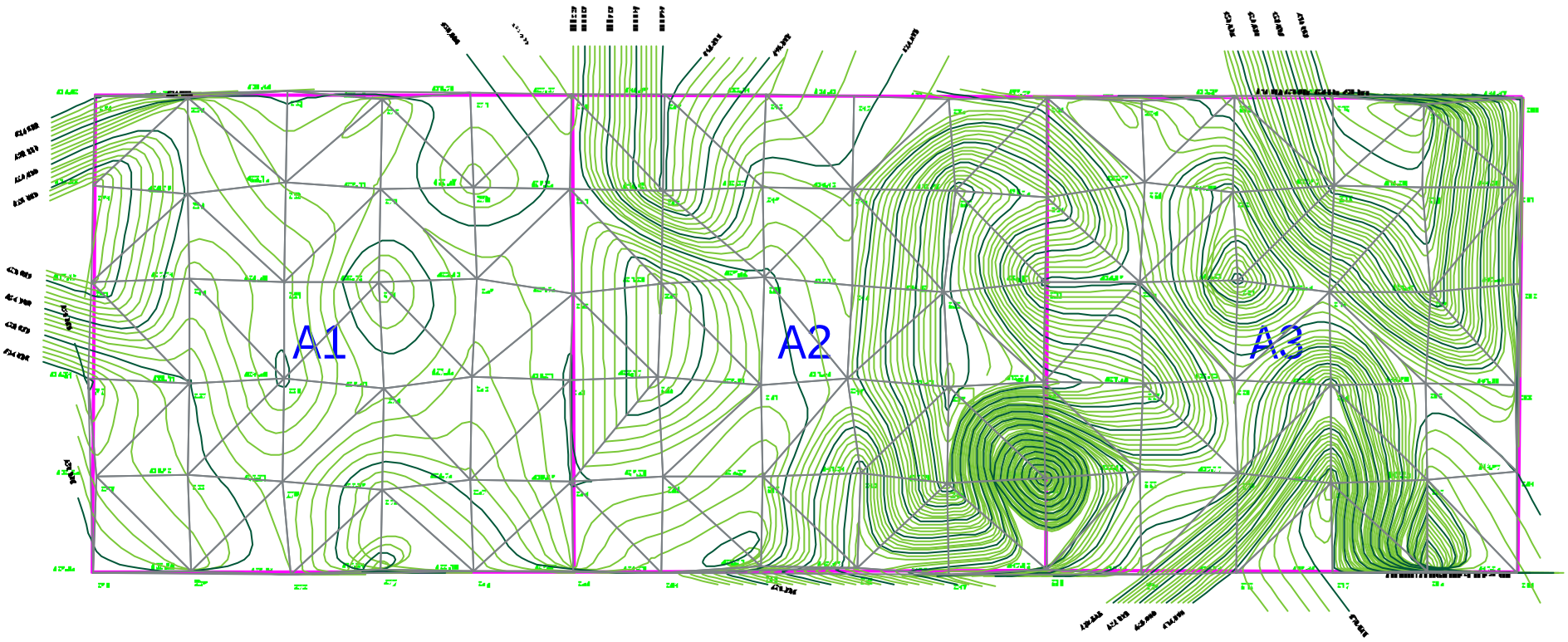
EquipamentoGPSGeodésico

Área com declividade de 5 a 8 %



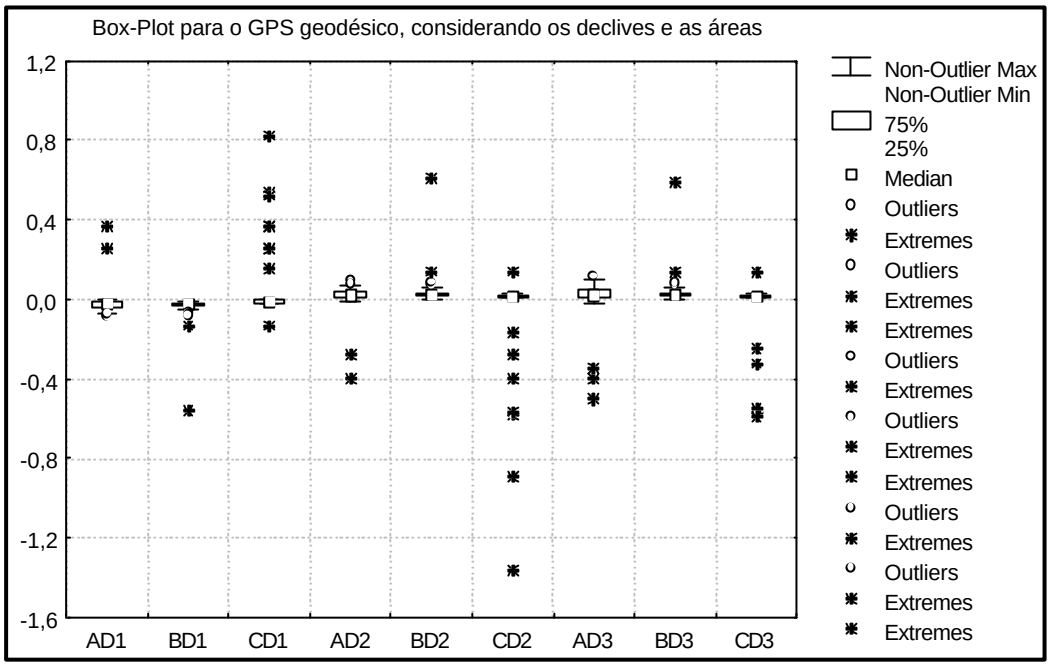
EquipamentoGPSdeNavegação

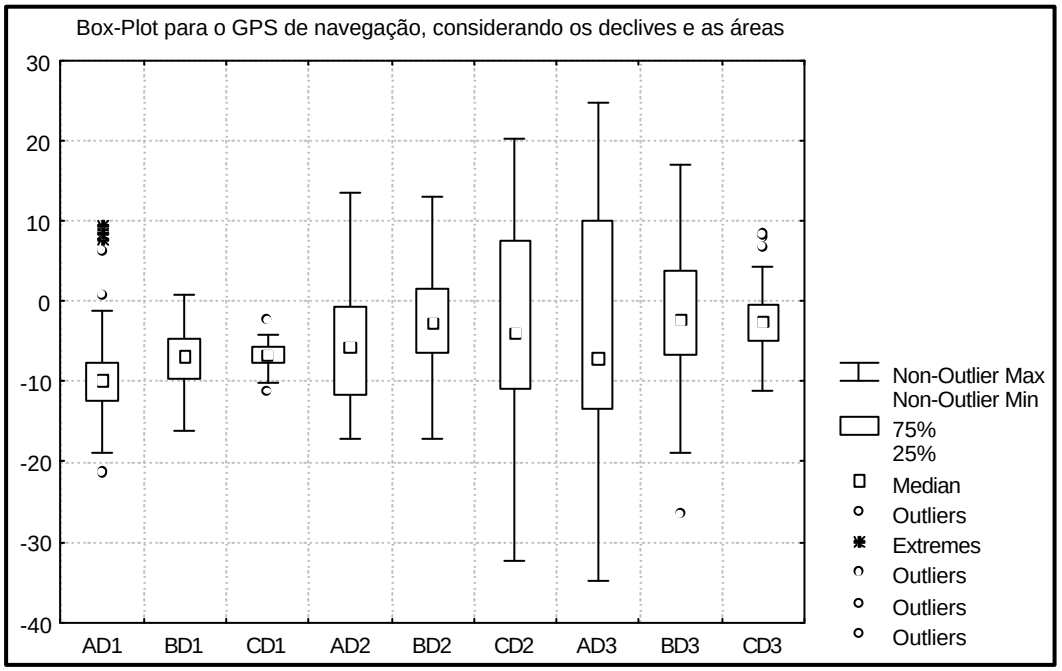
Área com declividadede5 a 8 %



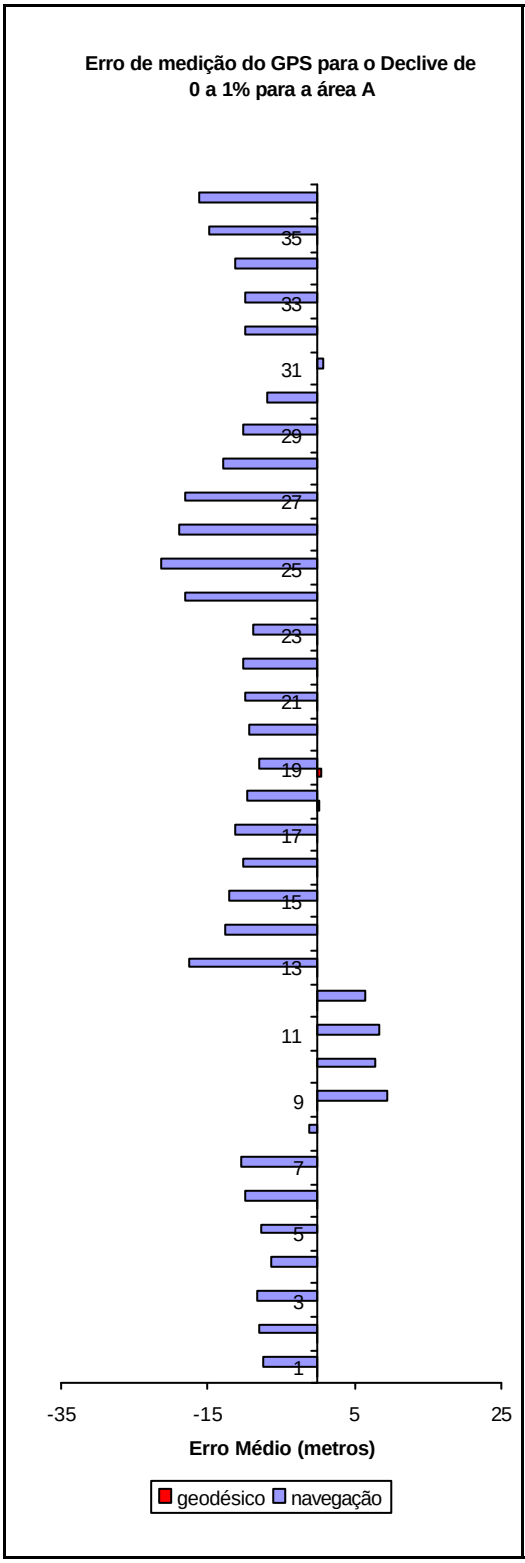
ANEXO D – RESULTADOS ANALISE EXPLORATÓRIA (BOX-PLOT)

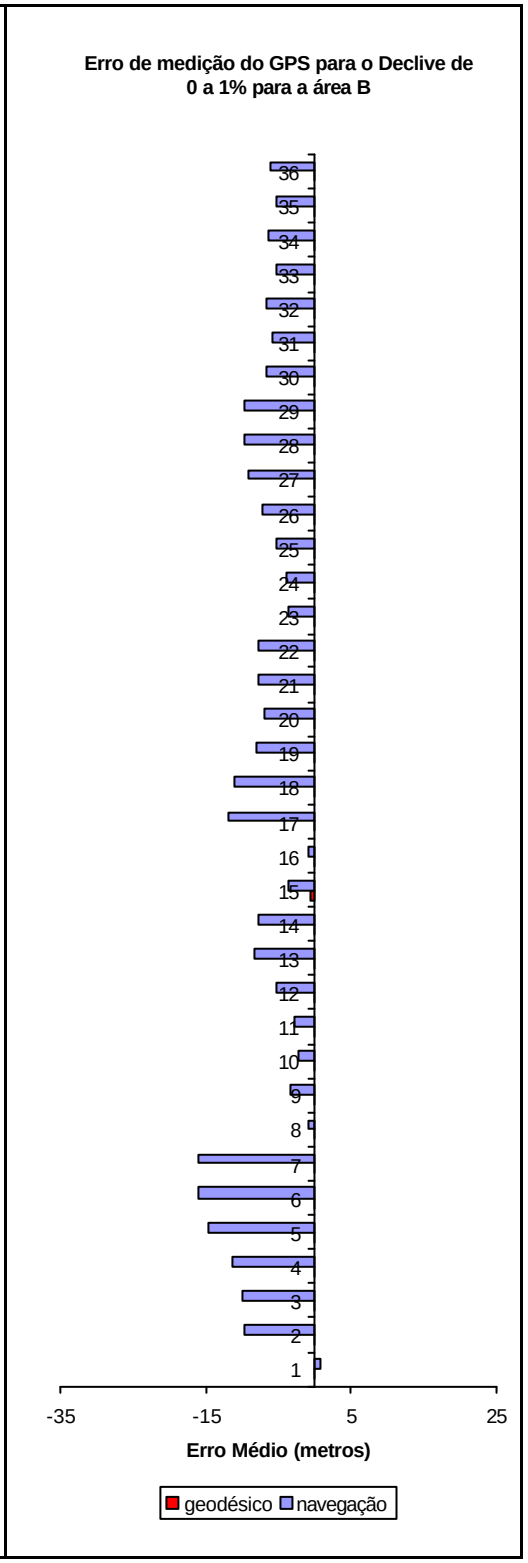
RESULTADOS DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA (BOX-PLOT)

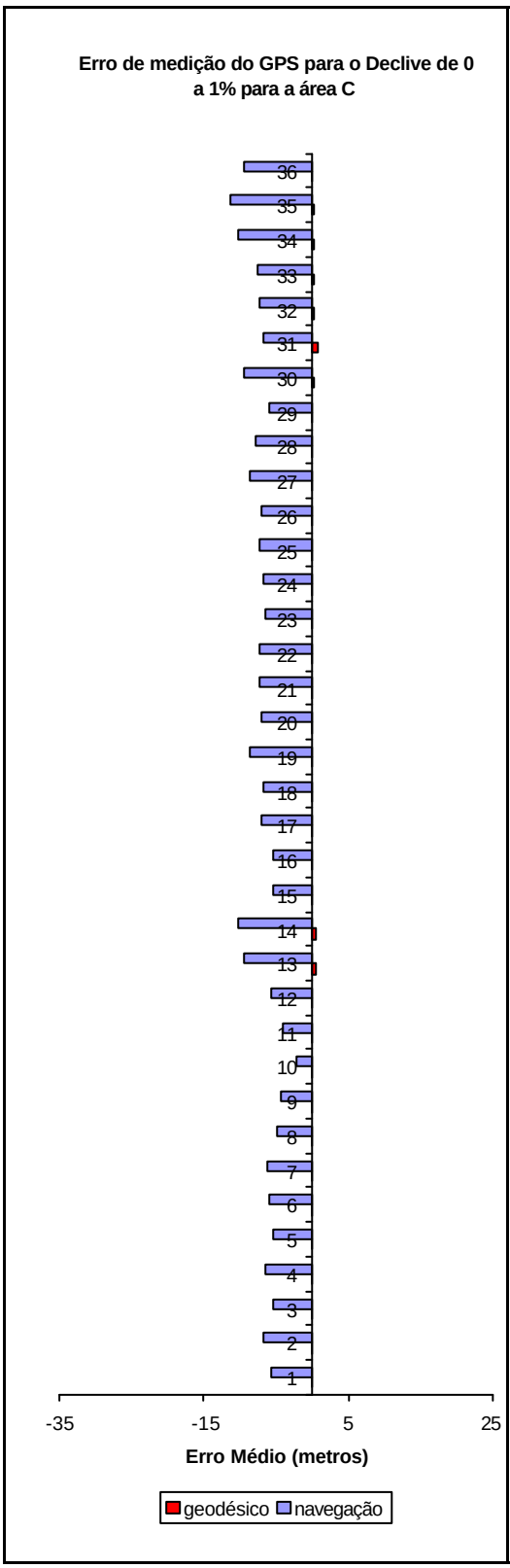


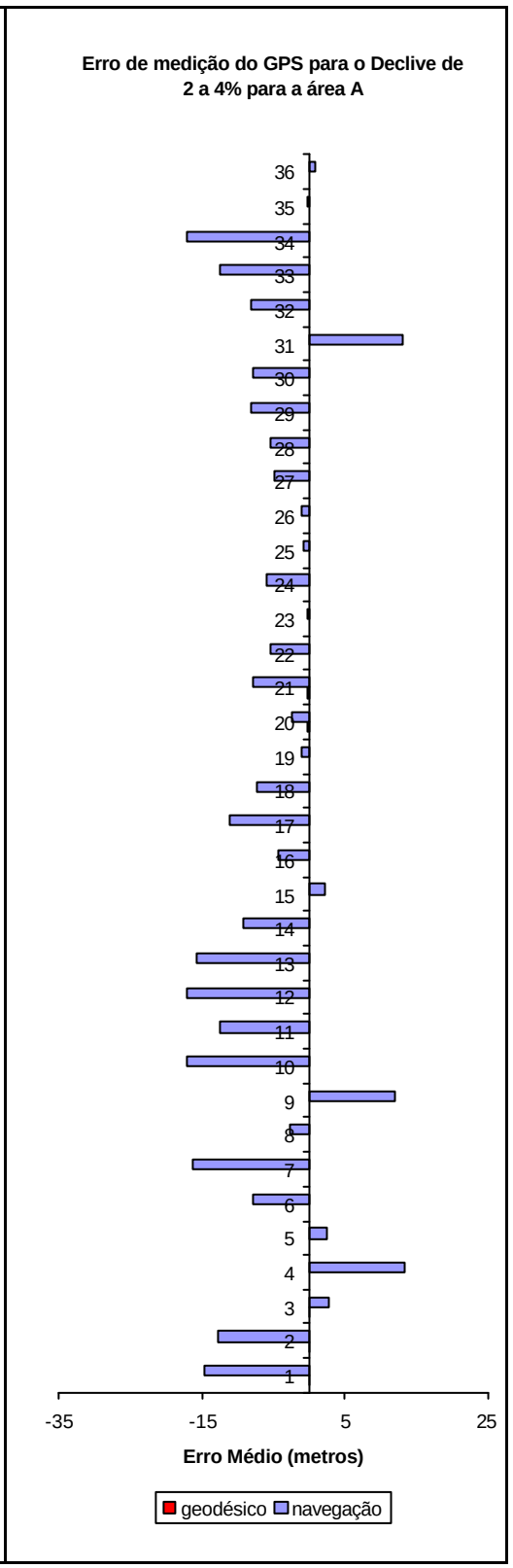


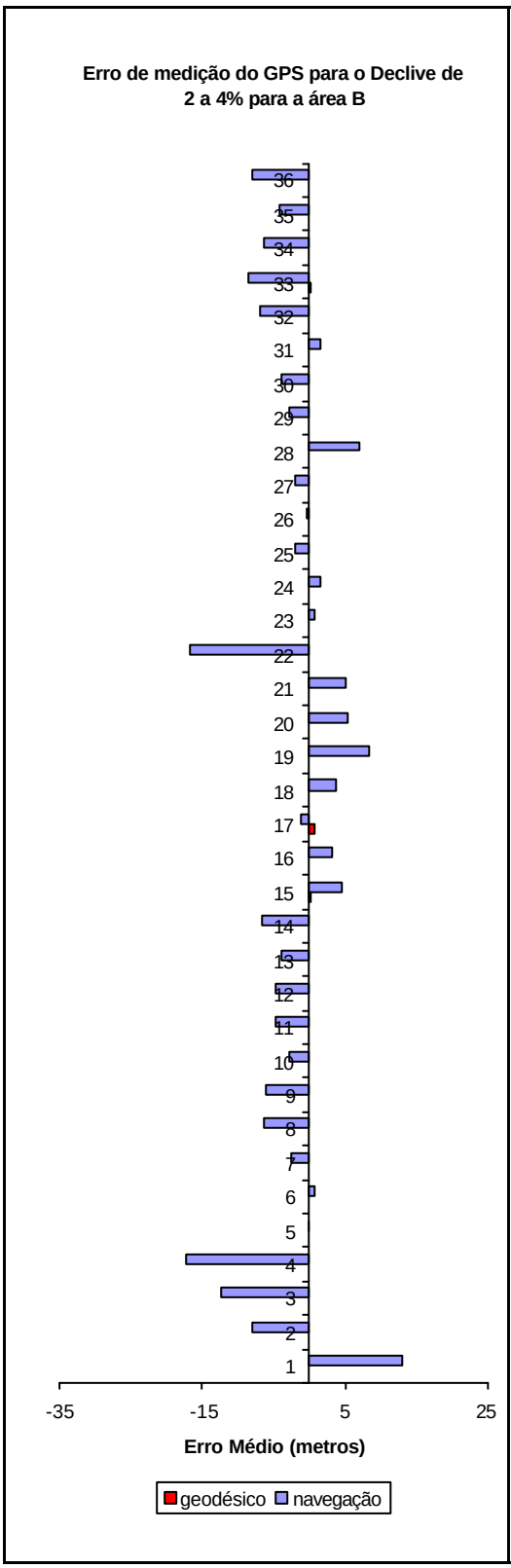
ANEXO E – GRAFICO COMPARATIVO DE ERROS DE MEDIÇÕES DOS EQUIPAMENTOS GPS PARA DECLIVIDADES 0 A 1%, 2 A 4% E 5 A 8%.

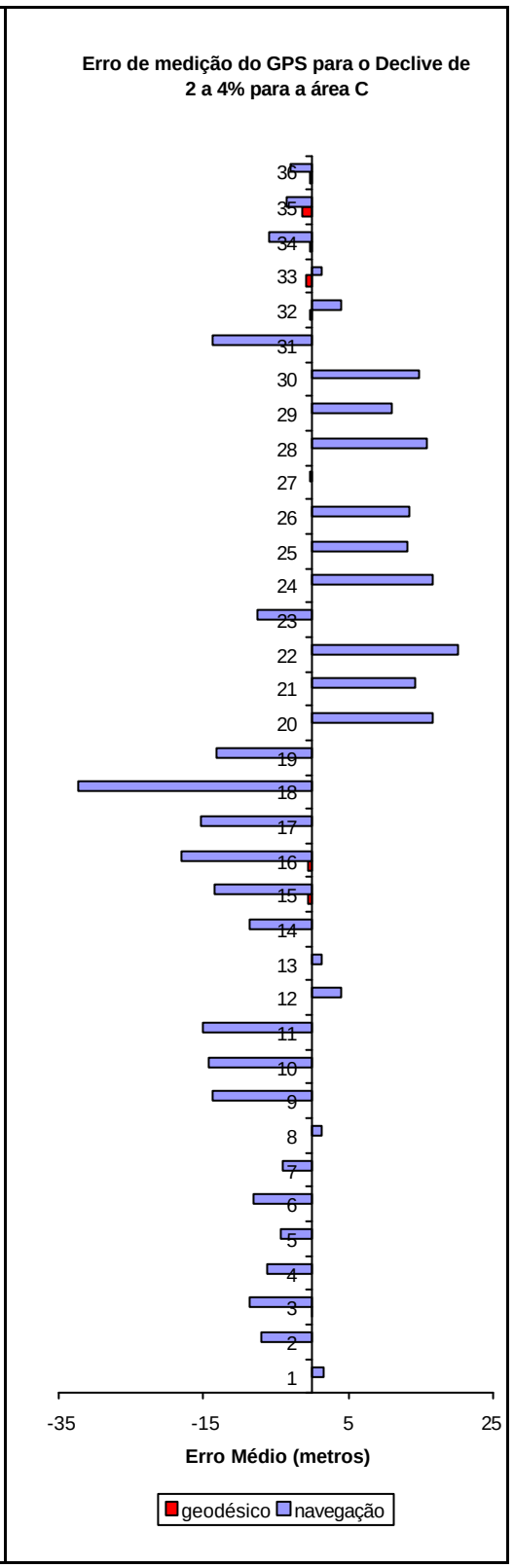

Erro de medição do GPS para o Declive de 0 a 1% para a área A
35
33
31
29
27
25
23
21
19
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-35
-15
5
25
Erro Médio (metros)
geodésico
navegação

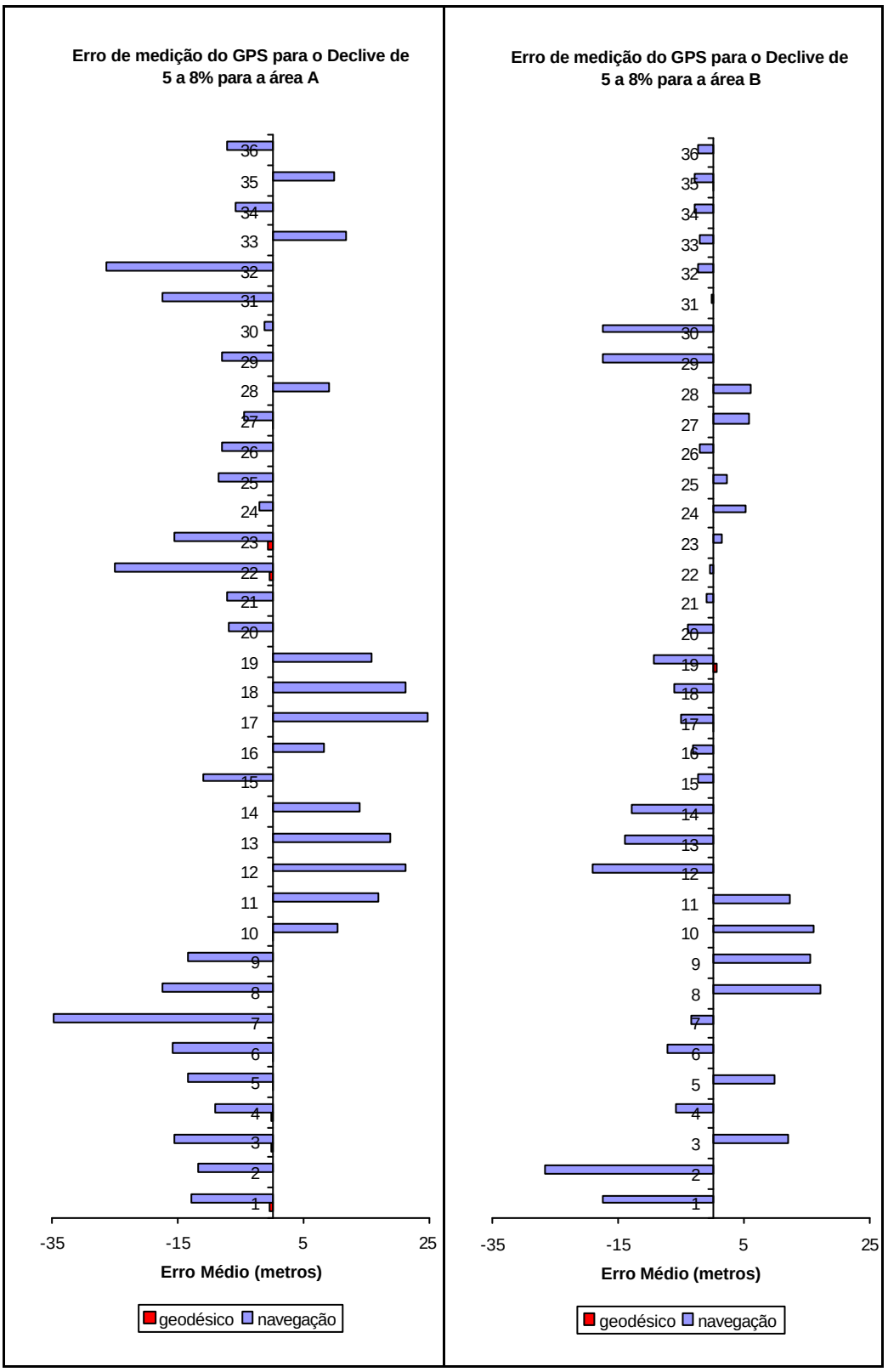

Erro de medição do GPS para o Declive de 0 a 1% para a área B
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
-35
-15
5
25
Erro Médio (metros)
geodésico
navegação

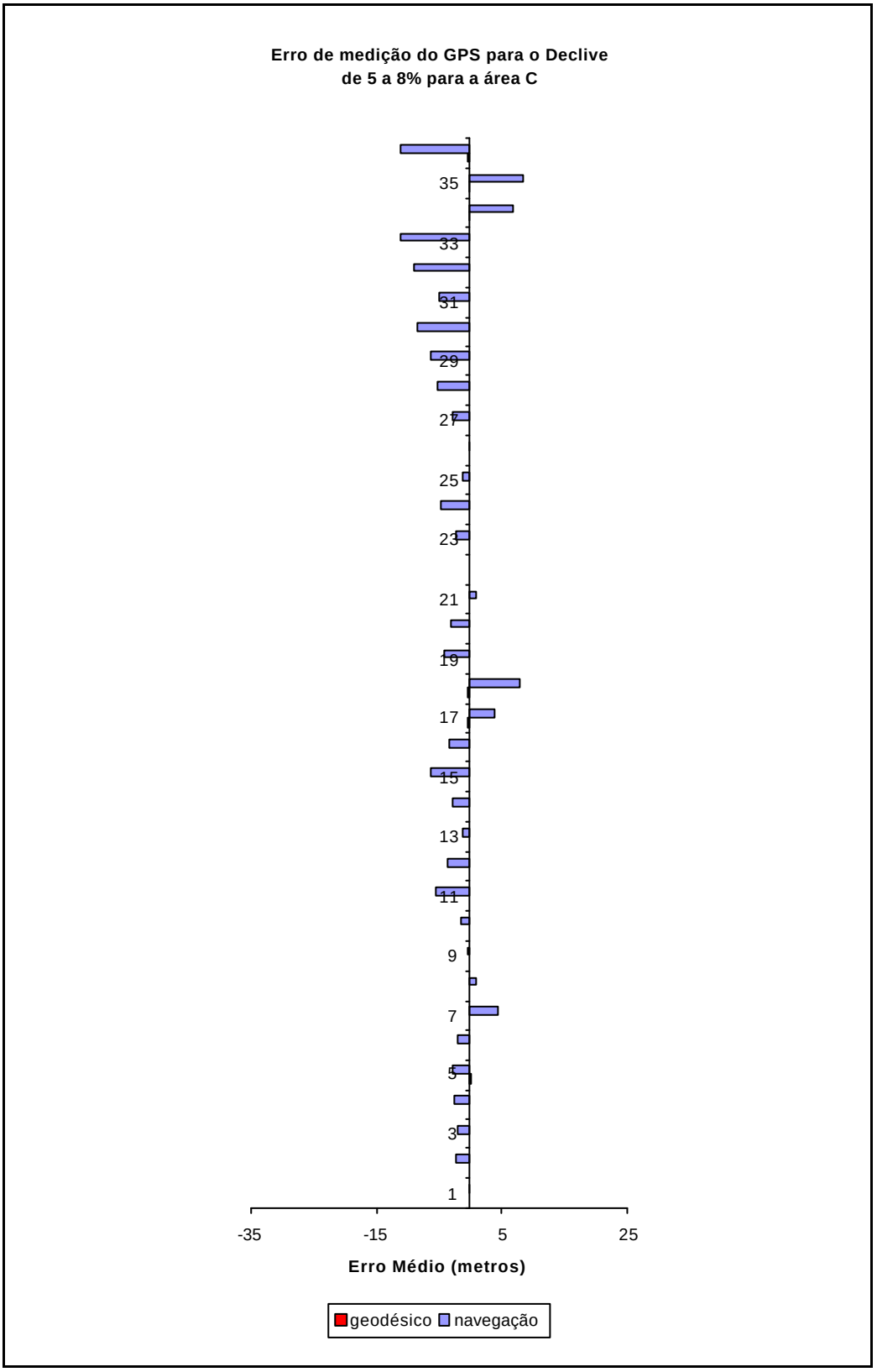

Erro de medição do GPS para o Declive de 0 a 1% para a área C
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
-35
-15
5
25
Erro Médio (metros)
geodésico
navegação


Erro de medição do GPS para o Declive de 2 a 4% para a área A
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
-35
-15
5
25
Erro Médio (metros)
geodésico
navegação


Erro de medição do GPS para o Declive de 2 a 4% para a área B
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
-35
-15
5
25
Erro Médio (metros)
geodésico
navegação


Erro de medição do GPS para o Declive de 2 a 4% para a área C
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
-35
-15
5
25
Erro Médio (metros)
geodésico
navegação


Erro de medição do GPS para o Declive de 5 a 8% para a área A
Erro Médio (metros)
-35
-15
5
25
geodésico
navegação
Erro de medição do GPS para o Declive de 5 a 8% para a área B
Erro Médio (metros)
-35
-15
5
25
geodésico
navegação


Erro de medição do GPS para o Declive
de 5 a 8% para a área C
35
33
31
29
27
25
23
21
19
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-35
-15
5
25
Erro Médio (metros)
geodésico
navegação

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO FILHO, R. Avaliação da exatidão de posicionamento planimétrico de um receptor GPS operando sob diferentes condições de cobertura vegetal. Piracicaba, 2001. 150p. Tese (Livre-docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BENEVENTO, A. Disponibilidade seletiva do GPS desligada! E agora?. **infoGEO**. v.3, n.14, p.43, jul/ago. 2000.

BLITZKOW, D. NAVSTAR/GPS – Um desafio tornado realidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 3., São Paulo, 1995. **Anais.** São Paulo: EP/USP, 1995. p.429-462.

BUENO, R.F. Avaliação da precisão do sistema NAVSTAR/GPS. São Paulo, 1995. 209p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BUENO, R.F. O GPS sem S/A. **infoGEO**. v.3, n.15, p.26-27, set/out. 2000.

CINTRA, J.P. – **Topografia Básica** - São Paulo, SP.,editora EPUSP, 1999.230p.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**, 4 ed.- Brasil:Editora McGraw-Hill do Brasil, 1983, 349 p.

GASPAR, J.A. – **Cartas e Projecções Cartográficas. Lisboa** – Portugal: Lidel 2000.272p.

GILBERT, C. Erros em GPS: o que você pode e o que você não pode corrigir. **Fator GIS**., v.5, n.17, p.62-63, 1997a.

GILBERT, C. GPS – Performance sob coberturas vegetais. **Fator GIS**., v.5, n.18, p.52-53, 1997b.

HOAGLIN, D.C.; MOSTELLER, F.; TUKEY, J.W. Análise Exploratória de Dados. Técnicas Robustas, , (Coleção Novas Tecnologias), Lisboa, Ed. Salamandra ,1991, 446p.

IBGE. Especificações e normas gerais para levantamentos GPS. Fator GIS. Curitiba, v.2, n.6, p.31-34, 1994.

INCRA – Normas Técnicas para Levantamentos Topográficos – Brasília DF. – MDE,2003, 70p.

KOVACH, K.L.; VAN DYKE, K.L. GPS in 10 years. **Microwave Journal**, v.41, n.2, p.22, Feb. 1998.

LEICK, A. **GPS satellite surveying.** Maine: John Wiley, 1990. 352p.

PESSOA, L.M. da C. Efeitos que degradam a precisão GPS. Fator GIS., v.5, n.17, p.28-29, 1997.

SÁ, N. C. de **GPS – Fundamentos e aplicações**. São Paulo: IAG/USP, Departamento de Geofísica, 2000. 98p.

SEGANTINE, P.C.L. **GPS – Sistema de posicionamento global**. São Carlos: EESC, Departamento de Transportes, 1998. 181p.

SIEGEL, S. Estatística não-paramétrica - para as ciências do comportamento. McGraw-Hill do Brasil, 1975, 350 p.

VAN SICKLE, J. **GPS for land surveyors.** Michigan: Ann Arbor Press, 1996. 209p.

VETTORAZZI, C. A; ANGULO FILHO, R.; COUTO, H. T. Z. Sistema de posicionamento global – GPS. **Engenharia Rural**., v.5, n.2, p.61-70, 1994.

APENDICE

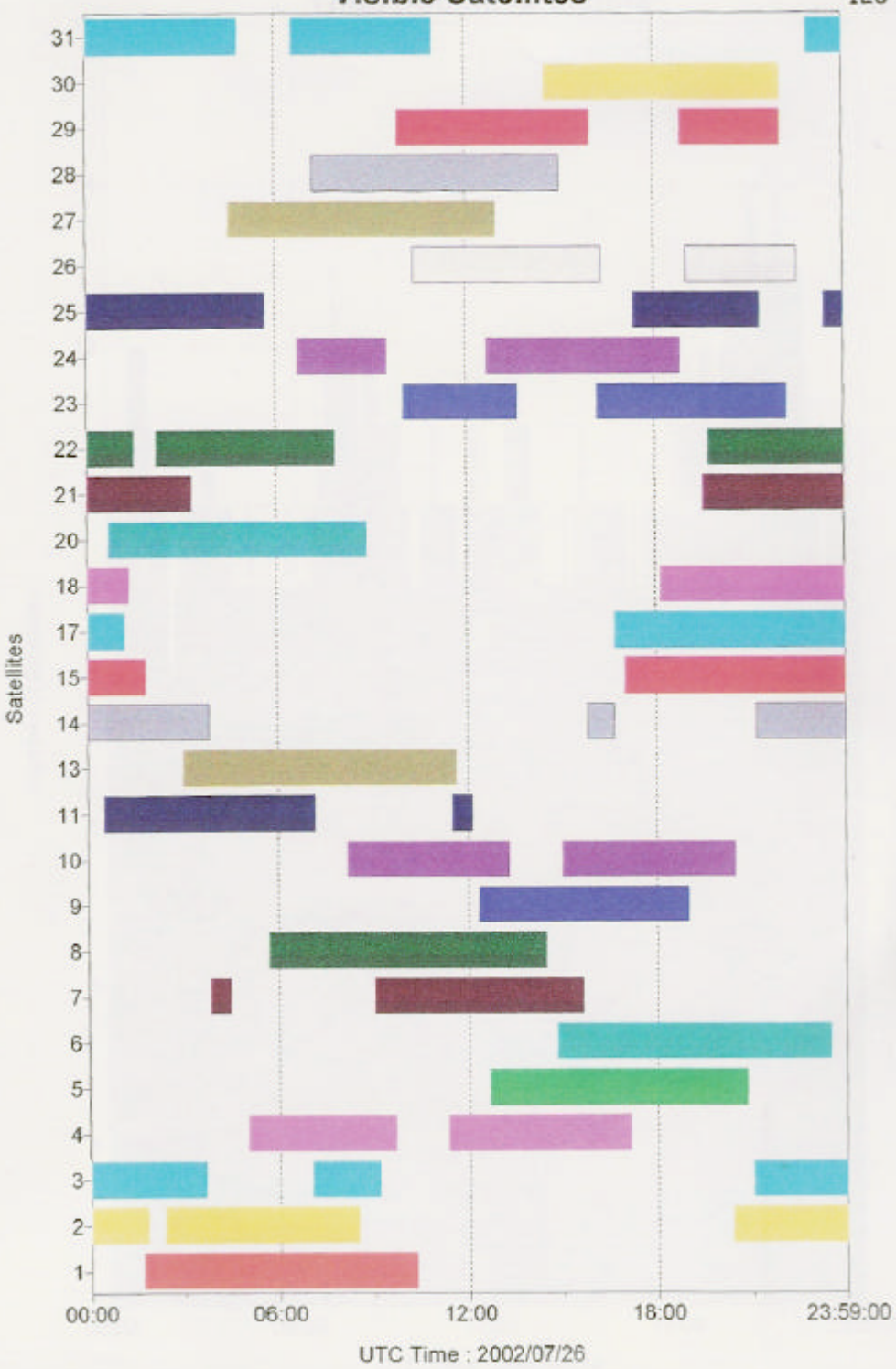
Apêndice I : Informações sobre o planejamento da missão de campo

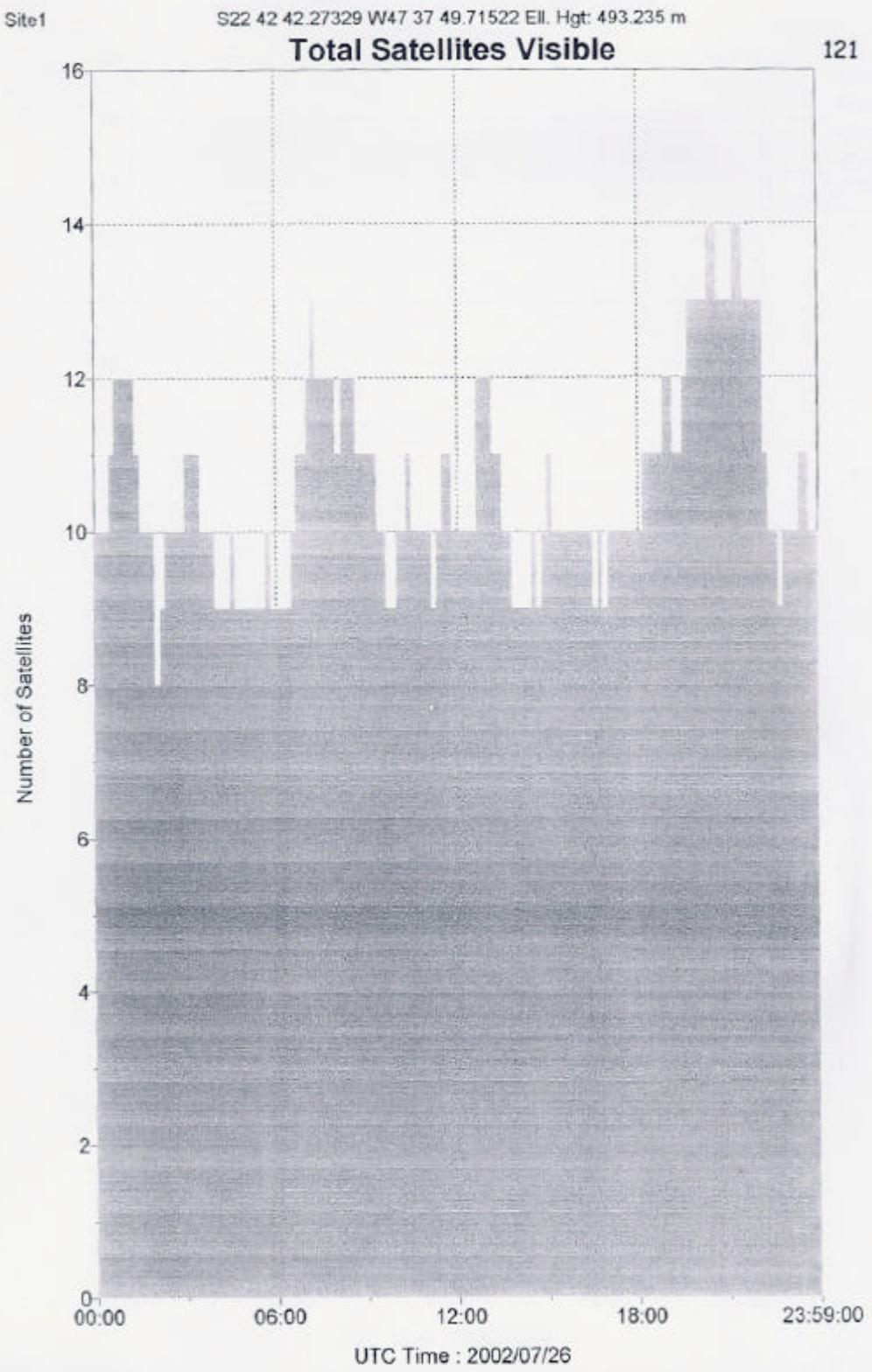
Site1

S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m

Visible Satellites

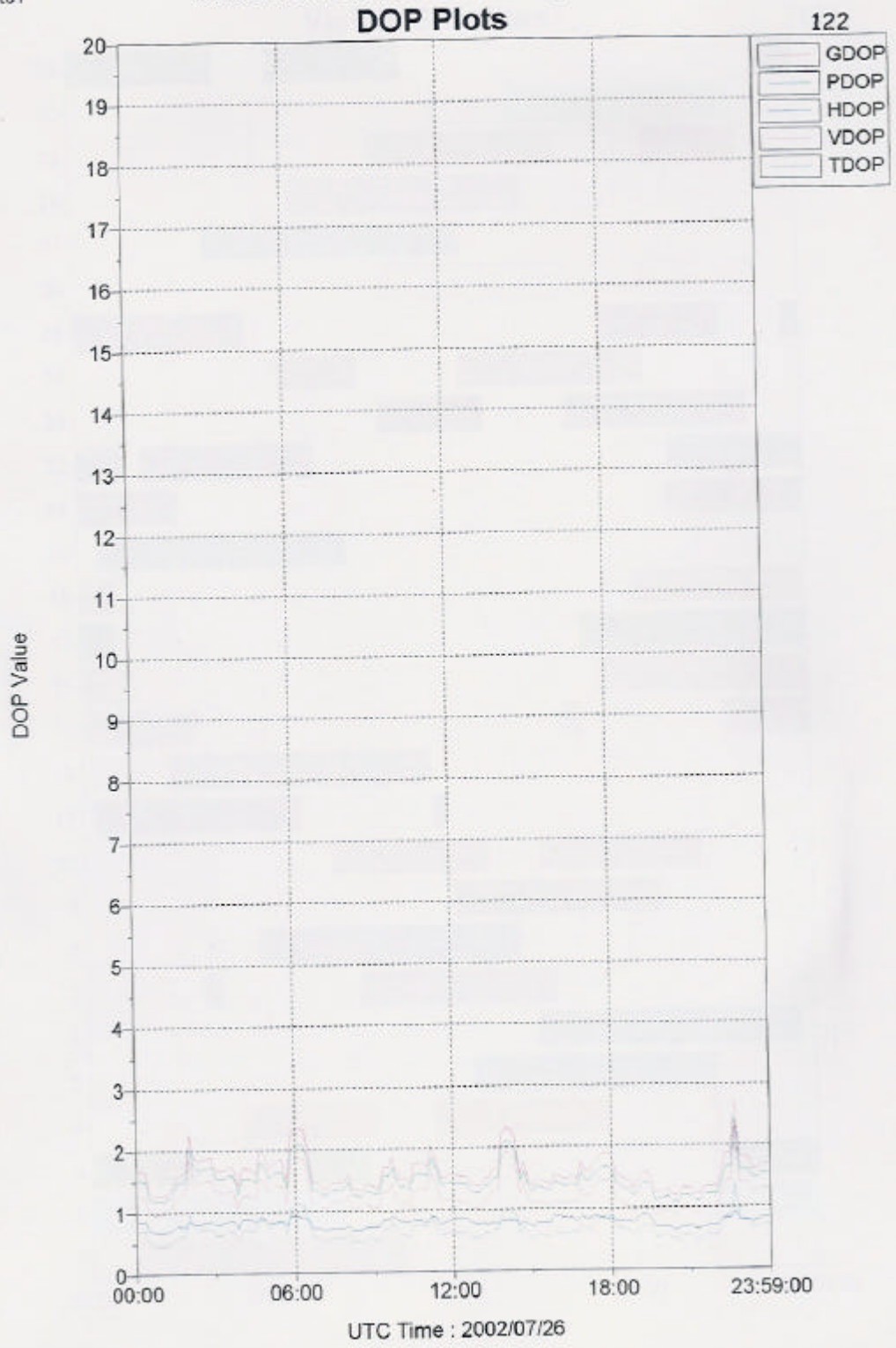
120



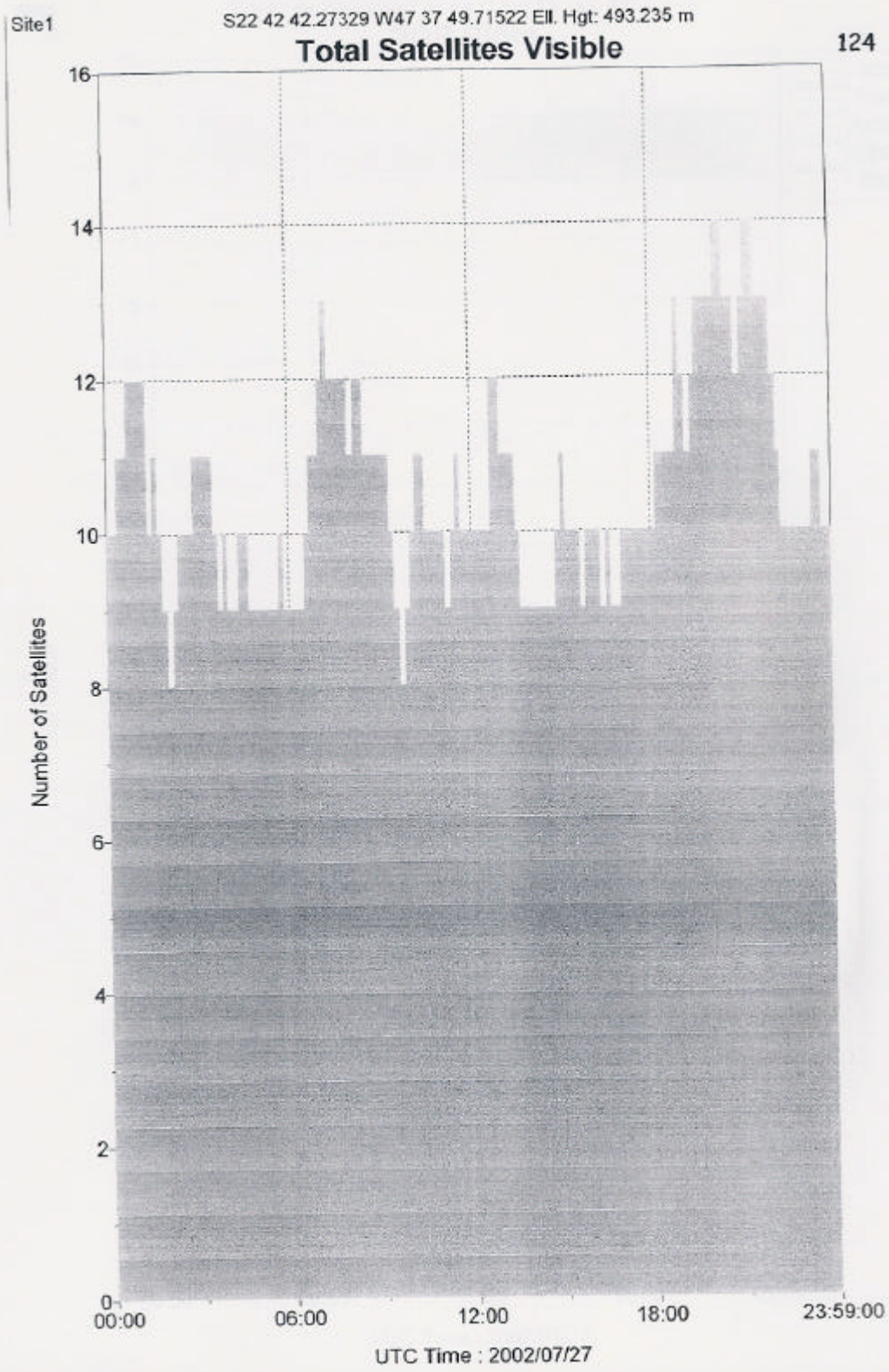

Site1
S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m
Total Satellites Visible
121
Number of Satellites
16
14
12
10
8
6
4
2
0
00:00
06:00
12:00
18:00
23:59:00
UTC Time : 2002/07/26

Site1

S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m

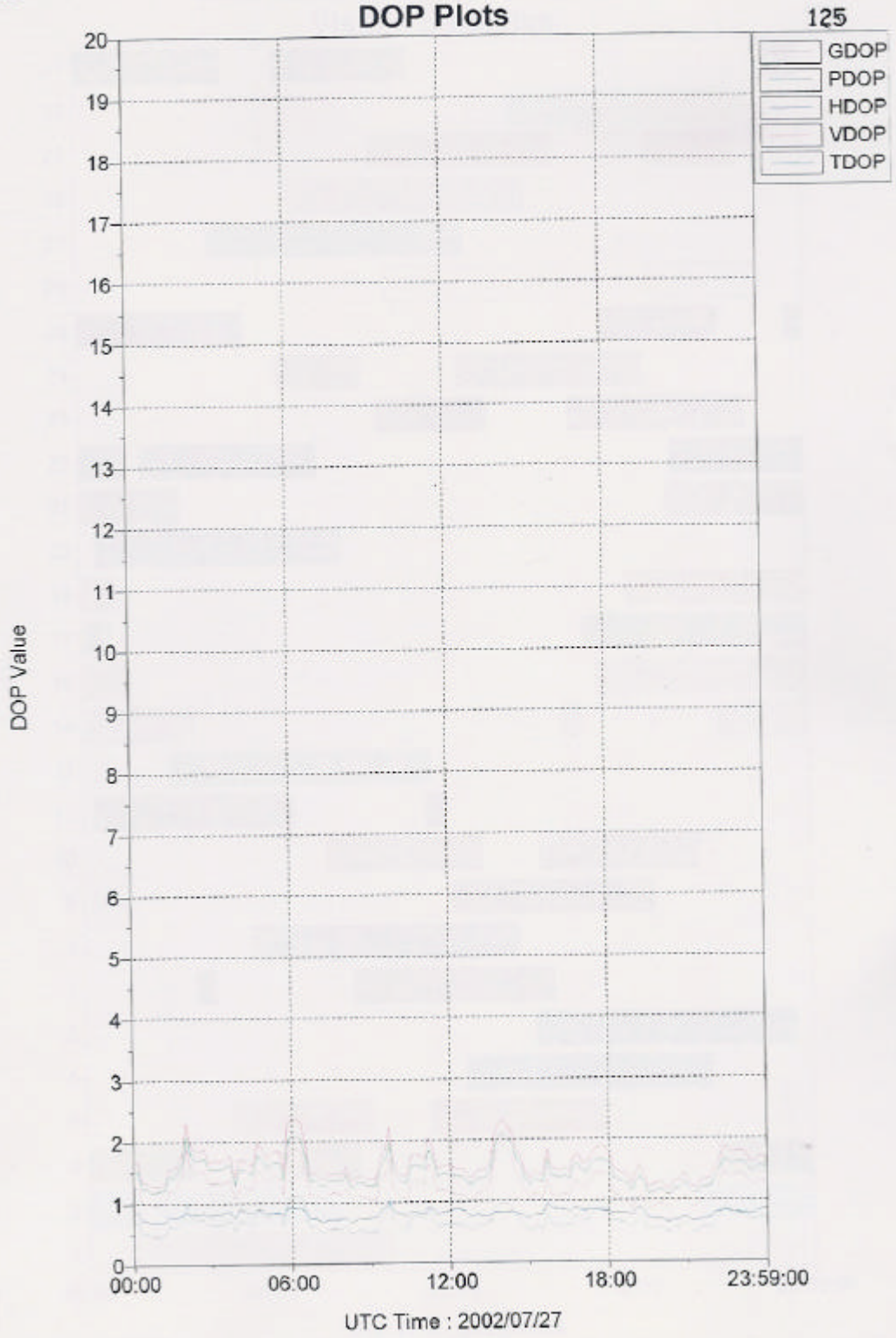


Site1
S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m
Visible Satellites
123
Satellites
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
18
17
15
14
13
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
00:00
06:00
12:00
18:00
23:59:00
UTC Time : 2002/07/27


Site1
S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m
Total Satellites Visible
124
Number of Satellites
16
14
12
10
8
6
4
2
0
00:00
06:00
12:00
18:00
23:59:00
UTC Time : 2002/07/27

Site1

S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m

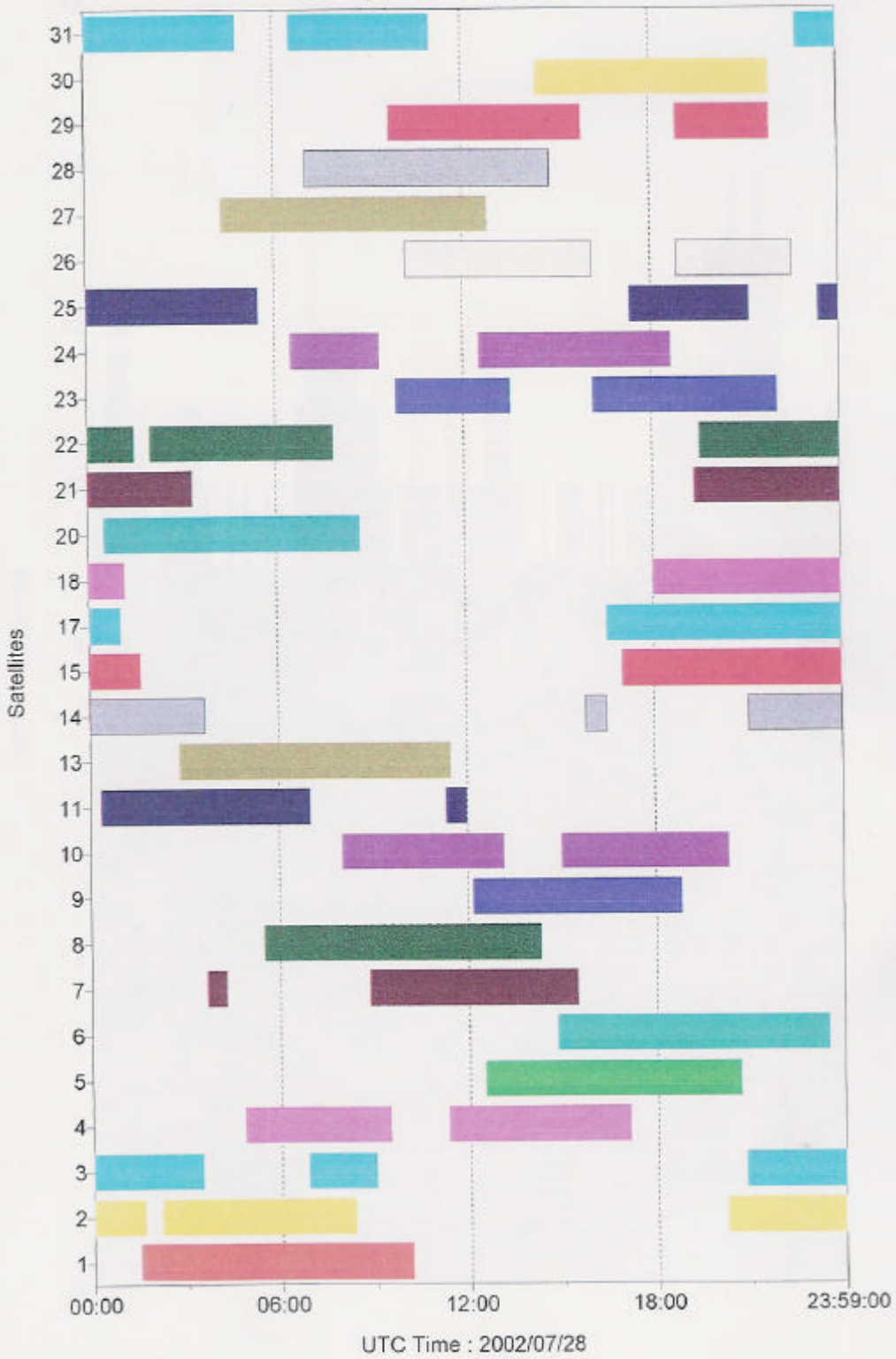


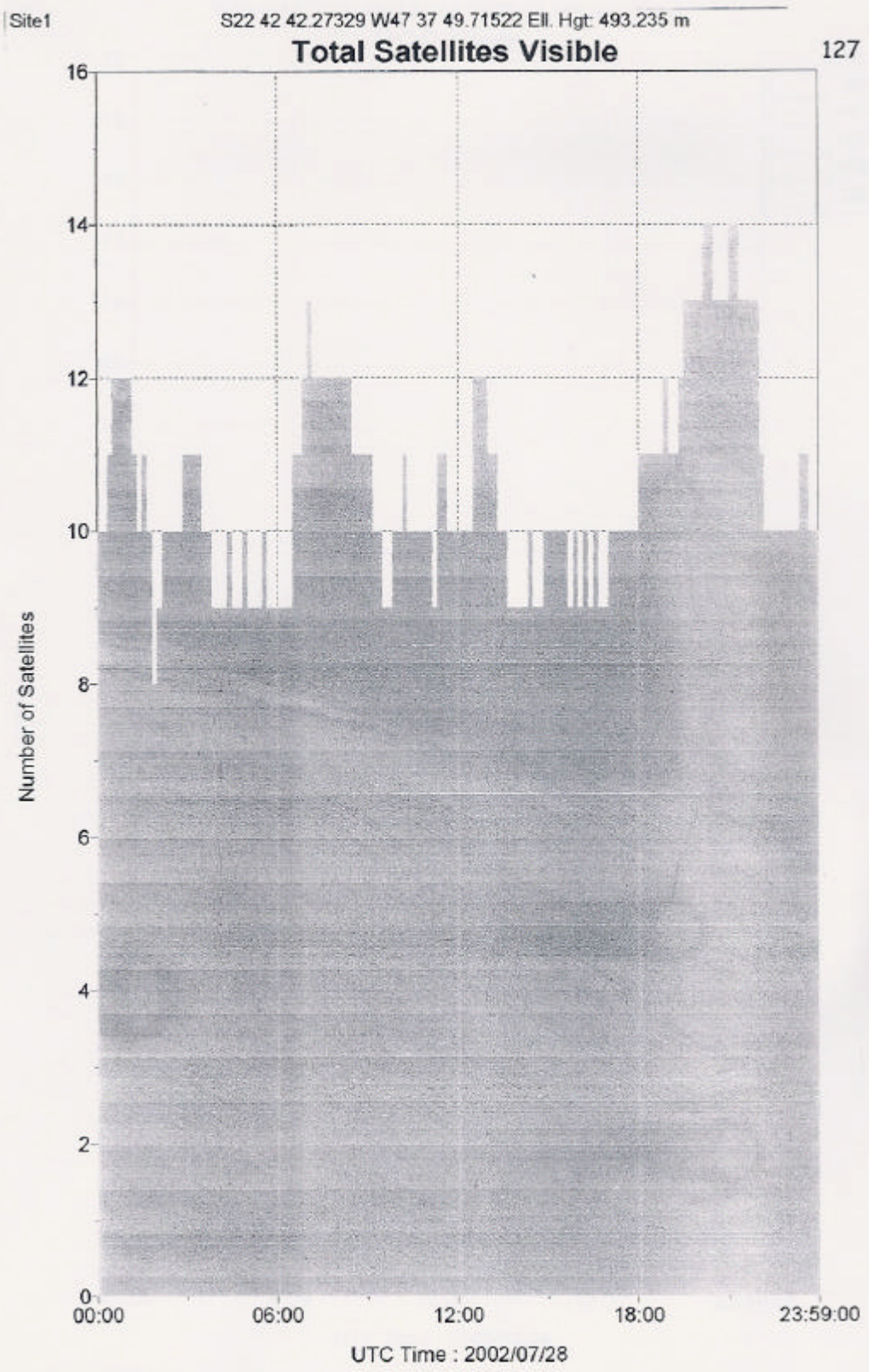
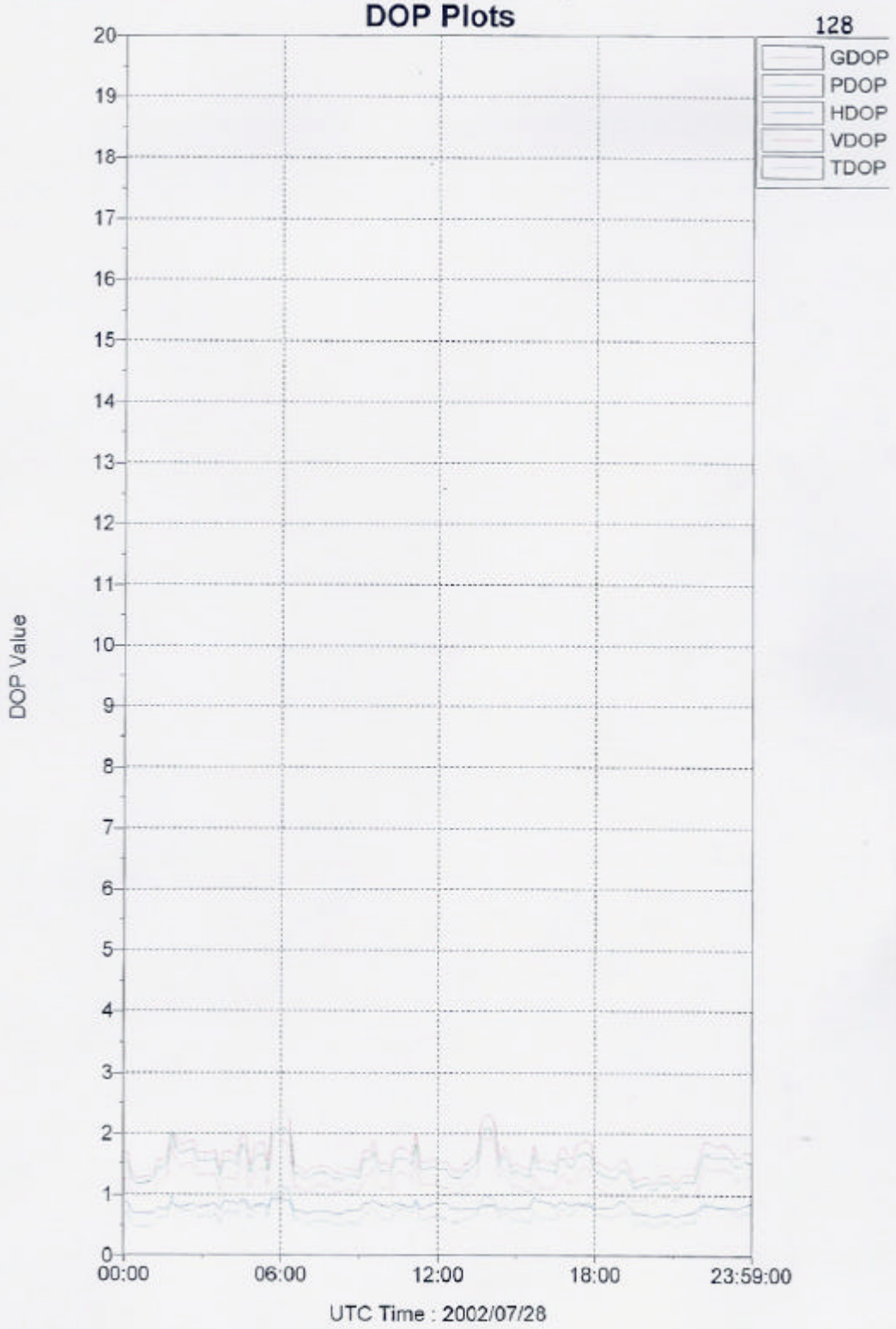
Site1

S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m

Visible Satellites

126




Site1
S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m
Total Satellites Visible
127
Number of Satellites
16
14
12
10
8
6
4
2
0
00:00
06:00
12:00
18:00
23:59:00
UTC Time : 2002/07/28

Site1 S22 42 42.27329 W47 37 49.71522 Ell. Hgt: 493.235 m