

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ANA PAULA DE ALMEIDA LARA

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS E GEODÉSICAS PARA
DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS EM LOCAIS INACESSÍVEIS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2013

ANA PAULA DE ALMEIDA LARA

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS E GEODÉSICAS PARA
DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS EM LOCAIS INACESSÍVEIS

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

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

Co-orientador: Prof^a Dr.^a Paôla Regina Dalcanal

DOIS VIZINHOS

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L318 Lara, Ana Paula de Almeida
Utilização de técnicas topográficas e geodésicas para determinação de coordenadas de pontos em locais inacessíveis / Ana Paula de Almeida Lara. - 2013.
46 f. : il. ; 30 cm

Orientadora: Maria Madalena Santos da Silva Sklarski
Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Graduação em Engenharia Florestal, Dois Vizinhos, 2013
Bibliografia: p. 45-46

1. Global navigation satellite systems. 2. Técnicas geodésicas e topográficas. 3. Engenharia florestal – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Sklarski, Maria Madalena Santos da Silva. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos. III. Título.

CDD (22. ed.) 634.95



TERMO DE APROVAÇÃO

**UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS E GEODÉSICAS PARA
DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS EM LOCAIS INACESSÍVEIS**

por

ANA PAULA DE ALMEIDA LARA

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

Prof^ªDr^ª. Maria Madalena Santos da Silva.
Orientador (a)

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

Prof^ª. MSc. Alyne Siguel
Membro titular (UTFPR)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha mãe Marilene Fin Lara e a meu noivo Wagner Jonas Canofre de Lima pelo amor, apoio e incentivo a mim dedicados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde, e força sempre presente em todas as dificuldades encontradas.

A minha família em especial minhas irmãs Cristiane de Almeida Lara e Tatiane de Almeida Lara pelo amor, apoio, incentivo, compreensão e fé em mim depositada, e por me propiciar a oportunidade de formação acadêmica.

A Prof^a. Dr^a Maria Madalena Santos da Silva agradeço pela dedicação, amizade, apoio e orientação durante a realização deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a. Paôla Regina Dalcanal pela colaboração durante toda minha caminhada na universidade, sendo muito além de uma professora uma grande amiga.

Aos membros da banca examinadora Prof^a. MSc. Alyne Siguel, Prof^a. Dr^a. Fabiani Miranda por aceitar o convite e pelas contribuições no enriquecimento deste trabalho.

Ao Prof^o Silvio Andolfato da UTFPR Câmpus Pato Branco pelo empréstimo de equipamento.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por me propiciar formação acadêmica de qualidade, e garantir subsídios necessários à realização de meu trabalho de conclusão de curso.

A todos os demais professores do curso de Bacharel em Engenharia Florestal, por todos os conhecimentos transmitidos.

Aos meus amigos Elisandra Menegazzo Okada, Taciana Frigotto, Kathiellen Piloneto, Adilson José Novachaelley e Everton Lorenzetti Tavares, pela colaboração e apoio.

A todos os colegas que ao longo destes anos dedicaram a mim sua amizade e apoio.

RESUMO

LARA, Ana Paula de Almeida. **Utilização de topográficas e geodésicas para determinação de coordenadas de pontos em locais inacessíveis**. 2013. 46 f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

Com a crescente evolução das tecnologias de posicionamento, busca-se obter uma maior precisão em técnicas de levantamentos topográficos e geodésicos. Sabe-se que o sistema GNSS tem a qualidade do seu posicionamento degradada por diversos fatores, entre eles a obstrução do sinal, o que acaba gerando o efeito de multicaminho e afetando a precisão das medidas, assim, faz-se necessário aprimorar as técnicas utilizadas, visto que para trabalhos que exijam uma alta precisão, como gestão implantação e manutenção de florestas, sejam comerciais e/ou naturais, ou ainda, para implantação de obras, instalação de máquinas e equipamentos. O uso do GNSS pode não ser confiável devido ao erro embutido nas leituras, quando se tem uma baixa qualidade do sinal, ocasionado pela obstrução. Já o uso da estação total técnica topográfica pode ser considerado confiável, se todos os cuidados e particularidades (calagem, caneta e calibração) forem levados em conta, porém é uma técnica morosa. Logo, sugere-se a utilização conjunta de técnicas topográficas e geodésicas visando o aumento da precisão dos levantamentos realizados em locais inacessíveis, garantindo com isso coordenadas precisas dos locais de interesse.

Palavras chave: Obstrução do sinal GNSS. Associação de técnicas geodésicas e topográficas. Precisão.

ABSTRACT

LARA, Ana Paula de Almeida. **Use of topographical and for determining geodetic coordinates of points in inaccessible places** 2013. 46 f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

With the increasing development of positioning technologies, we seek to achieve greater precision in techniques of surveying and geodetic. It is known that GNSS has the quality of its positioning degraded by several factors, including the obstruction of the signal out, what ends up generating the effect of multipath and affecting the accuracy of measurements, thus it is necessary to improve the techniques used, whereas for jobs requiring high precision, such as management implementation and maintenance of forests, are trademarks and / or natural, or, for deployment works, installation of machinery and equipment. The use of GNSS can be unreliable due to the built-in error in readings, when it has a low signal quality to obstruction. Already using total station topographic technique can be considered reliable if all care and particularities (liming, pen and calibration) are taken into account, however it is a time consuming technique. Therefore, it is suggested the joint use of topographic and geodetic techniques in order to increase the accuracy of surveys conducted in inaccessible places, thereby ensuring precise coordinates of landmarks.

Keywords: Obstruction of the GNSS signal. Association of topographic and geodetic techniques. Accuracy.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

GNSS - *Global Navigation Satellite Systems* (Sistema Global de Navegação por Satellite)

NAVSTAR-GPS *Navigation Satellite with Time and Ranging - Global Positioning System*

GLONASS Sistema Orbital Global de Navegação por Satélite

USD *United States Dollar* (Dólar americano)

UTFPR Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DGPS *Differential Global Positioning System*

PDOP *Positional Dilution of Precision*

DOP *Dilution of Precision*

UTM Universal Transversa de Mercator

SAD-69 *South American Datum of 1969*

SGB - Sistema Geodésico Brasileiro

WGS-84 *World Geodetic System of 1984*

SIRGAS Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

RBMC Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poligonal Fechada.....	14
Figura 2 – Poligonal Aberta.....	14
Figura 3 – Equipamento utilizado para o transporte de coordenadas.....	15
Figura 4 – Localização da área de estudo.....	22
Figura 5 – Equipamento utilizado para o transporte de coordenadas.....	23
Figura 6 - Pilar de centragem forçada.....	25
Figura 7 - Fixação da base em pilar de centragem forçada.....	25
Figura 8 – Ponto 1 e Ponto 14: Em frente ao Laboratório de fitossanidade, BaseUTFPR 1 e 2.....	26
Figura 9 – Ponto 2: Canto calçada cantina.....	26
Figura 10 – Ponto 3: Escadas.....	27
Figura 11 – Ponto 4: Em frente ao Laboratório de Topografia e Geoprocessamento.....	27
Figura 12 – Ponto 5: Interior do Laboratório.....	27
Figura 13 – Ponto 6 e 7: Pilares de centragem forçada.....	27
Figura 14 – Ponto 8: Interior Laboratório 2.....	28
Figura 15 –Ponto 9: Em frente ao Laboratório 2.....	28
Figura 16 – Ponto 10: Escadas 2.....	28
Figura 17 – Ponto 11: Estacionamento 1.....	28
Figura 18 – Ponto 12: Estacionamento 2.....	29
Figura 19 – Ponto 13: Estacionamento 3.....	29
Figura 20 – Mapa de localização dos pontos.....	30
Figura 21 – Materialização dos pontos.....	31

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1 1 OBJETIVOS	13
1 1 1 Objetivo Geral	13
1 1 2 Objetivos Específicos.....	13
1 2 JUSTIFICATIVAS.....	14
1 3 HIPÓTESES.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2 1 MÉTODO DE CAMINHAMENTO OU POLIGONAÇÃO	15
2 1 1 Poligonal	15
2 1 2 Pontos inacessíveis	16
2 2 ESTAÇÃO TOTAL	16
2 3 CLASSIFICAÇÃO DOS ERROS	17
2 4 EXATIDÃO, PRECISÃO E ACURÁCIA.....	18
2 5 TRANSPORTE DE COORDENADAS.....	19
2 6 SISTEMA DE COORDENADAS	19
2 6 1 Sistema de coordenadas UTM.....	20
2 7 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA.....	20
2 7 1 SAD 69	21
2 7 2 SIRGAS 2000.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3 1 ÁREA DE TRABALHO	24
3 2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	24
3 3 COORDENADAS DO PONTOS BASEUTFPR1	25
3 4 TRANSPORTE DE COORDENADAS.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5 CONCLUSÕES	43
6 RECOMENDAÇÕES	44

7. REFERÊNCIAS.....	45
---------------------	----

1 INTRODUÇÃO

As exigências na conclusão e entrega de trabalhos topográficos por parte do mercado consumidor fez aumentar a demanda por métodos de levantamentos mais ágeis e precisos. O sistema GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) ainda é o mais empregado, porém ainda não se conseguiu transpor algumas barreiras quanto ao seu uso em ambientes com cobertura que obstruam o sinal de satélite, desta forma, o uso de diferentes equipamentos para o desenvolvimento de uma mesma tarefa se fez cada vez mais necessário.

No âmbito dos levantamentos geodésicos, definiu-se neste trabalho como pontos inacessíveis, os vértices localizados em áreas como matas ciliares e florestas, edificações e outras construções, que possuem um alto nível de obstrução do sinal dos satélites impedindo o posicionamento por GPS (*Global Positioning System*)/GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*).

É possível associar os pontos inacessíveis aos problemas enfrentados em levantamentos a campo, no interior de florestas, devido à dificuldade em se obter coordenadas precisas com equipamentos GNSS em função da cobertura florestal. Desta forma, busca-se associar técnicas topográficas e geodésicas na obtenção de tais coordenadas.

A necessidade de coordenadas precisas é observada em qualquer trabalho tanto de gestão, quanto na implantação e manutenção de florestas, sejam elas comerciais ou naturais, para a implantação de obras, instalação de máquinas e equipamentos.

Para auxiliar o posicionamento e a localização em florestas, algumas técnicas geodésicas são empregadas, a mais conhecida é o posicionamento por GNSS, que consiste na recepção de sinais de satélites artificiais. Daí a dificuldade da recepção do sinal, já que o equipamento ao nível do solo não consegue recebê-lo devido a cobertura florestal, já a técnica topográfica, consiste na utilização de equipamento ópticos mecânicos ou digitais. Neste caso a coleta de dados torna-se mais trabalhosa e depende de um maior número de operadores.

Então, o ideal é a associação entre as técnicas topográficas e geodésicas, visando otimização e eficiência no levantamento, para este trabalho fez-se o transporte de coordenadas de um marco implantado em um ambiente externo, sem obstruções, o qual teve suas coordenadas obtidas através de rastreamento GNSS, para

pilares de centragem forçada, localizados no Laboratório de Topografia e Geoprocessamento, os quais não podem ter definidas suas coordenadas por rastreamento de satélite devido à obstrução do sinal causado pela edificação.

Buscou-se neste trabalho utilizar técnicas topográficas e geodésicas para obter uma metodologia que seja aplicável a áreas inacessíveis ao sistema GNSS, para tanto utilizou-se técnicas topográficas que sirvam para a determinação de coordenadas em pilares de centragem forçada, área obstruída localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Esta foi utilizada como teste para a metodologia proposta.

1 1 OBJETIVOS

1 1 1 Objetivo Geral

Aplicar a metodologia de transporte de coordenadas para obtenção de informações precisas em locais inacessíveis.

1 1 2 Objetivos Específicos.

Como objetivos específicos tem-se:

- Realizar o transporte de coordenadas a partir de dois pontos conhecidos e determinados com uso de técnica geodésica para pilares de centragem forçada implantados no interior do Laboratório de Topografia e Geoprocessamento no Câmpus Dois Vizinhos da UTFPR;
- Análise dos dados obtidos nas diversas campanhas de levantamentos para a determinação das coordenadas dos pilares de centragem forçada;
- Determinar e divulgar as coordenadas dos pilares de centragem forçada de forma precisa.

1 2 JUSTIFICATIVAS

Este trabalho buscou contribuir com uma área do conhecimento em expansão, a geomática, aplicada em atividades relacionadas à obtenção de coordenadas precisas em locais inacessíveis.

A princípio, este trabalho seria realizado em áreas florestais, mas devido à problemas pessoais de saúde, foi necessário modificar a área de trabalho, porém manteve-se a metodologia.

1 3 HIPÓTESES

As coordenadas obtidas em locais inacessíveis através de levantamentos GNSS podem ter baixa precisão devido à dificuldade de obtenção destes dados causado pela obstrução do sinal. Visto tal empecilho buscou-se aplicar a metodologia de transporte de coordenadas para obter coordenadas precisas de pontos inacessíveis, ao rastreamento por GPS/GNSS, e desta forma aumentar a confiabilidade nestes pontos utilizando uma técnica de levantamento topográfica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2 1 MÉTODO DE CAMINHAMENTO OU POLIGONAÇÃO

Conforme Silva et.al, 2006, o método de caminhamento consiste, na medida dos lados sucessivos de uma poligonal e na determinação dos ângulos que esses lados formam entre si. Percorre-se a poligonal caminhando sobre ela, sendo este um método oneroso porém de grande precisão, podendo ser adaptado a qualquer tipo e extensão de área. Associam-se ao caminhamento, os métodos de irradiação e intersecção dividindo-se em:

- Aberto: constituído de uma linha poligonal apoiada sobre dois pontos distintos e denominados um o ponto de origem e o outro, o ponto de fechamento;
- Fechado: quando constituído de um polígono que se apoia sobre um único ponto, o ponto de origem, com o qual se confunde o ponto de fechamento.

2 1 1 Poligonal

Poligonal pode ser definida como um conjunto de pontos ligados geometricamente através da medição sucessiva de ângulos e distâncias, estes formam um rede de pontos e através da leitura da coordenada anterior pode-se determinar a coordenada do próximo ponto. Podem ser realizados de três formas: poligonal aberta, fechada e enquadrada, para a poligonal fechada tem se o ponto de partida coincidente com o ponto de chegada, para tanto é necessário ter um ponto de partida com coordenadas conhecidas e sua ré, para dar inicio ao levantamento conforme figura 1, e a poligonal aberta que parte de um ponto com coordenadas conhecidas e acaba em um ponto cujas coordenadas deseja-se determinar conforme figura 2, através deste método não é possível determinar erros de fechamento, portanto devem-se tomar todos os cuidados durante o levantamento de campo para evita-los.

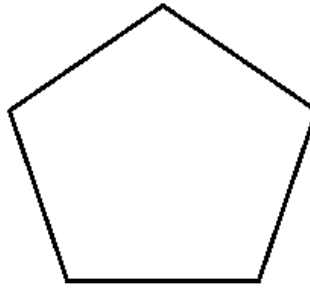


Figura 1 – Poligonal Fechada
Fonte: A autora (2013).



Figura 2 - Poligonal aberta
Fonte: A autora (2013).

2 1 2 Pontos inacessíveis

Em Rodrigues (2012), define-se pontos inacessíveis como sendo os vértices localizados em áreas como matas ciliares e florestas densas que possuem um alto nível de obstrução do sinal dos satélites (multicaminhamento), isto degrada o sinal do posicionamento por GNSS/GPS. Estas obstruções podem ser edificações, cobertura florestal ou qualquer obstáculo que devido às características físicas das antenas dos receptores GPS/GNSS impede a coleta dessas coordenadas dos pontos no local exato.

Para este trabalho se considerou como inacessíveis pontos localizados no interior de edificações.

2 2 ESTAÇÃO TOTAL

De acordo com Kavanagh e Bird (1996), uma estação total é um conjunto composto por um teodolito eletrônico, um distanciômetro incorporado a ele, e um microprocessador que automaticamente monitora o estado de operação do instrumento (figura 3).

De acordo com Gonçalves (2009), este equipamento tem a capacidade de medir ângulos horizontais e verticais (teodolito) e distâncias horizontais, e inclinadas (distanciômetro), bem como processa e mostra ao operador informações como: condições do nivelamento do aparelho, número do ponto medido, coordenadas UTM ou geográficas. A tecnologia utilizada por este equipamento na medição das distâncias é a do infravermelho. Os dados obtidos no levantamento são anotados em cadernetas de campo.



Figura 3 –Equipamentos utilizados para o transporte de coordenadas
Legenda: A) Estação Total FOIF® modelo OTS650(L); B) prisma.
Fonte: A autora (2013).

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS ERROS

Para representar a superfície terrestre se faz necessária à obtenção de medidas de distância, direções horizontais, ângulos verticais e desníveis, sendo que esses dados são associados erros oriundos de algumas fontes, tais como:

De acordo com Veiga *et. al.*, 2012 tais fontes podem ser:

- Condições ambientais: provenientes das variações das condições ambientais, como vento, temperatura.
- Instrumentais: oriundos de problemas como a imperfeição na construção de equipamento ou ajuste do mesmo. Grande parte destes erros pode ser evitada com medidas de verificação/retificação, calibração e classificação, além de técnicas particulares de observação.

- Pessoais: causados por falhas humanas, devido à falta de atenção ao executar uma medição, cansaço, entre outros.

Pode-se classificar estes erros em três categorias: erros grosseiros, erros sistemáticos e erros aleatórios.

Os equívocos de medição, leitura confusa dos instrumentos e erros na identificação do alvo, estão relacionados com a desatenção do observador ou ainda por uma falha no equipamento. Esse erro é denominado de grosseiro. Para evitar esta categoria de erro, o observador deve redobrar a atenção para evitar ou detectar sua presença, utilizando-se da repetição de leituras. (Veiga *et. al.* 2012, pg 17 a 19).

Os erros sistemáticos são caracterizados quando a magnitude e sinal algébrico são determinados por leis matemáticas ou físicas. As causas deste erro podem ser conhecidas e portanto, evitados por técnicas particulares de observação ou eliminados pela aplicação de modelos matemáticos específicos. (Veiga *et. al.*, 2012, pg 17 a 19).

Os erros que permanecem mesmo quando os demais foram eliminados, são denominados de erros aleatórios. Esse tipo de erro não segue nenhum tipo de lei e não possuem uma tendência de sentido, e pode ser neutralizado com um grande número de observações (Veiga *et. al.*, 2012, pg. 17 a 19).

2.4 EXATIDÃO, PRECISÃO E ACURÁCIA

Mccormac (2007) define exatidão como: a perfeição obtida nas observações, ou seja, o quanto uma medida está próxima do valor real da quantidade medida. É o quanto estes dois valores estão distantes, Se uma medida é realizada varias vezes, e os valores obtidos são muito próximos entre si, sua precisão é considerada alta.

Já a precisão pode ser definida como o grau de proximidade com uma dada medida. Em outras palavras, significa o quanto que o valor medido está distante da media de observações (MCCORMAC, 2007, p. 14).

Segundo Monico (2008) pode-se definir acurácia como “grau de concordância entre o valor medido de uma grandeza e o considerado verdadeiro ou de melhor qualidade”.

A precisão está relacionada aos efeitos aleatórios, já a acurácia está vinculada aos efeitos aleatórios e sistemáticos (GEMAEL, 1994, pg. 63 a 65).

2.5 TRANSPORTE DE COORDENADAS

O transporte de coordenadas é efetuado para se obter as coordenadas do próximo vértice, quando são conhecidas as coordenadas do ponto em inicial e do ponto de ré e o azimute formado entre eles. No cálculo do transporte podem ser utilizadas coordenadas planas ou geodésicas.

O uso de coordenadas geodésicas é recomendado quando se trabalha nas extremidades dos fusos, com o objetivo de evitar a transposição dos mesmos. Para grandes distâncias recomenda-se o transporte de coordenadas geodésicas em substituição ao transporte com coordenadas planas-sistema UTM (Universal Transversa de Mercator), (Silveira, 1990). Em relação ao processo de transporte de coordenadas, pode-se dividi-lo em direto e inverso.

No método Direto são conhecidas as coordenadas do ponto A, a distância entre os pontos e o azimute entre eles. A partir daí são calculadas as coordenadas do ponto B e o contra-azimute formado por eles.

Já no método Inverso são conhecidas as coordenadas dos pontos A e B, sendo calculados o azimute e o contra-azimute, bem como a distância entre os pontos.

2.6 SISTEMA DE COORDENADAS

De acordo com Hasenack, s.d., os sistemas de coordenadas são necessários para expressar a posição de pontos sobre uma superfície. Parte de superfície terrestre pode ser descrita geometricamente a partir de levantamentos geodésicos ou topográficos tendo como base sistemas de coordenadas distintos. Estes sistemas servem como referência para o posicionamento de pontos sobre uma superfície, que pode ser um elipsoide, uma esfera ou um plano. O geoide também pode ser utilizado como superfície de referência, no entanto, o conhecimento limitado do campo da gravidade e a complexidade no equacionamento matemático dificultam sua utilização como superfície de referência geométrica. Para a esfera é empregado o

sistema coordenadas geográficas. Para o elipsoide é empregado o sistema de coordenadas geodésicas.

2 6 1 Sistema de coordenadas UTM

Conforme Silva *et.al*, 2013, este sistema é baseado no plano cartesiano (eixo x,y) e usa o metro (m) como unidade para medir distâncias e determinar a posição de um objeto. Difere-se das coordenadas geográficas ou geodésicas, pois não acompanha a curvatura da Terra devido a isso seus pares de coordenadas também são chamados de coordenadas planas.

De acordo com Perna,s.d. este sistema é dividido em 60 fusos com 6 graus de amplitude em longitude. Cada fuso é numerado em “1” da esquerda para a direita em relação à longitude 180 graus oeste, a estes se dá o nome de Zona UTM. Também se pode identificar o fuso a partir de seu Meridiano Central que fica exatamente no centro do fuso. Em algumas publicações estrangeiras a divisão das zonas ocorre no equador, o que somaria em mais 60 zonas tendo sua numeração negativa ao Sul do Equador e positiva ao Norte.

Com origem no Equador e Meridiano Central, para o hemisfério Sul, é atribuído um valor de 10.000.000,00 m no Equador para a coordenada Norte, decrescendo para o Sul, e 500.000,00 m no Meridiano Central para a coordenada Este, decrescendo para Oeste e crescendo para Este. Difere-se apenas no hemisfério Norte na coordenada Norte, com valor de 0,00 m no Equador, crescendo para o Norte. As Coordenadas UTM definem posições bidimensionais e horizontais (PERNA,s.d.).

2 7 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA.

De acordo com Pereira *et.al.* (2004), o SGR - Sistema Geodésico de Referência é um sistema de coordenadas associado a algumas características terrestres. A implantação de um SGR é dividida em duas partes: definição e

materialização na superfície terrestre que compreende a adoção de um elipsóide de revolução, sobre o qual são aplicadas injunções de posição e orientação espacial. O processo de estimativa das coordenadas das estações físicas, com respeito à definição de um determinado referencial que é acompanhado pelo cálculo de uma rede que relaciona as estações levantadas. O resultado, estabelecido através de um ajustamento de observações, é um conjunto de valores de coordenadas que constituem a materialização do SGR. Usualmente, adota-se uma única denominação para o sistema definido e para o materializado, como é o caso do SAD-69.

2 7 1 SAD 69

O Sistema Geodésico de Referência SAD-69 (*South American Datum of 1969*) pode ser caracterizado como um conjunto de pontos geodésicos implantados na superfície do território nacional e foi oficial até o início do ano de 2005 como o referencial para determinação do território brasileiro (ZANETTI, 2007, pg. 43).

Para o SAD 69, a imagem geométrica da Terra é definida pelo Elipsóide de Referência Internacional de 1967, com orientação geocêntrica (eixo de rotação paralelo ao eixo de rotação da Terra; com plano do meridiano de origem paralelo ao plano do meridiano de Greenwich) (IBGE) e tendo como parâmetros os seguintes elementos:

$$a = 6.378.160,000\text{m (semi-eixo maior), } f \text{ (achatamento) } = 1/298,25$$

O referencial altimétrico oficial deve obrigatoriamente coincidir com a superfície equipotencial que contém o nível do mar. Este último definido pelas observações maregráficas obtidas no Porto de Imbituba, no litoral do Estado de Santa Catarina, no período de 1949 a 1957 (ZANETTI, 2007, pg. 44).

Este sistema é considerado um sistema de referência clássico, pois foi estabelecido antes das técnicas espaciais de posicionamento, sua materialização foi realizada através de técnicas e metodologias de posicionamento terrestre, destacando-se a triangulação e a poligonização. Este possui caráter regional ou local, não existindo coincidência entre o centro do elipsóide e o centro de massa da Terra (ZANETTI, 2007, p. 44).

Antes da implantação do SAD 69, se utilizava no Brasil o Sistema Geodésico Córrego Alegre.

Através do Decreto-Lei nº 9210 de 29 de abril de 1946 e atualmente pelo Decreto-Lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967, foi estabelecimento que a manutenção das estruturas planimétricas e altimétricas do SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) são atribuições do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) inicialmente (ZANETTI, 2007, p. 44).

2 7 2 SIRGAS 2000

O SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) realizado no ano de 2000, foi estabelecido como novo sistema de referência geodésico para o SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) em fevereiro de 2005, pelo IBGE, responsável pela definição, implantação e manutenção do SGB. Com isso garantindo qualidade aos levantamentos GNSS, pois este é um sistema de referência geocêntrico compatível com a precisão dos métodos e técnicas atuais e com sistemas adotados por outros países (ZANETTI, 2007, p. 43).

Segundo Zanetti (2007) o SIRGAS2000 apresenta as seguintes características:

- Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional- ITRS (*International Terrestrial Reference System*)
- Figura geométrica para a Terra: Elipsóide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (*Geodetic Reference System 1980 –GRS80*)
 - Semi-eixo maior $a = 6.378.137$
 - Achatamento $f = 1/298,257222101$
 - Origem: centro de massa da Terra
 - Orientação: pólos e meridiano de referência consistentes em +/- 0,005" com as direções definidas pelo BIH (Bureau International de l'Heure) em 1984,0.
- Estações de Referência: as 21 estações da rede continental SIRGAS2000, estabelecidas no Brasil e a estação SMAR (Santa Maria- RS), pertencente à rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), cujas coordenadas estão disponíveis no endereço <http://www.ibge.gov.br>
- Época de referência: 2000,4.
- Materialização: estabelecida por meio de todas as estações que compõem a Rede geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência.

- Velocidades das estações: em aplicações científicas, para atualizar as coordenadas de uma estação da época de referência 2000, para outra época e vice-versa, deve-se utilizar o campo de velocidades disponibilizado para a América do Sul, no endereço <http://www.ibge.gov.br>, devido a variações provocadas pelo deslocamento da placa tectônica da América do Sul.
- Referencial altimétrico: coincide com a superfície equipotencial do campo da gravidade da Terra que contém o nível médio do mar definido pelas observações maregráficas tomadas no porto de Imbituba, no litoral de Santa Catarina, de 1949 a 1957.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE TRABALHO

A área utilizada como teste pertence à Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Localizada no Município de Dois Vizinhos, região Sudoeste do Estado do Paraná (figura 5).



Figura 4 – Localização da área de estudo
Fonte: Software Google earth® (2013).

3.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para os levantamentos foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Estação Total FOIF® modelo TS650 (figura 6), com precisão linear de $\pm(2\text{mm}+2\text{ppm} \times D)$ (distância em milímetros)).
Software Excel para análise dados.

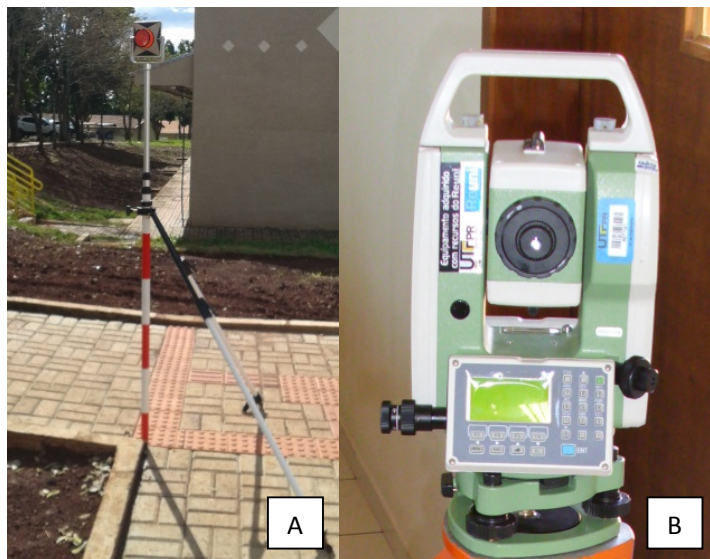


Figura 5 – Equipamentos utilizados para o transporte de coordenadas
Legenda: A) Estação Total FOIF® modelo OTS650(L); B) prisma.
Fonte: A autora (2013).

3.3 COORDENADAS DO PONTOS BASEUTFPR1

Para a obtenção das coordenadas do ponto BaseUTFPR1 utilizou-se o levantamento realizado por Novachaelley (2013), estes seguiram a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA 2010.

O ponto utilizado como base para os levantamentos é denominado BaseUTFPR, o qual se localiza em frente ao Laboratório de Fitossanidade. Para definir suas coordenadas foram realizados rastreios GNSS em quatro dias sendo que em cada seção o receptor GNSS geodésico - portadoras L1/L2 coletou dados por aproximadamente 06 horas.

Após isso os dados foram processados e ajustados e assim as coordenadas médias foram definidas Quadro 1, e estas foram utilizadas como base para os levantamentos conforme.

PONTO	E (m)	N (m)	H (m)	DESVIO PADRÃO (m)		
				E (m)	N (m)	H (m)
BASE	289451,312	7155400,285	557,889	0,009	0,003	0,037

Quadro 1 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S do ponto Base situado no interior da UTFPR – Dois Vizinhos
Fonte: NOVACHELLEY, 2013.

3.4 OBTENÇÃO DO PONTO DE APOIO RÉ

Para a visada de ré o ponto de apoio utilizado como ré teve suas coordenadas obtidas em trabalho realizado por Lorenzetti 2013, na UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, seguido a Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais do INCRA 2010.

Neste fez-se o levantamento utilizando o método de Posicionamento relativo estático-rápido com receptores GNSS - GPS Geodésico instalado na base com coordenadas conhecidas e GPS Topográfico instalado no ponto de apoio; este método é realizado de forma similar ao estático a grande diferença entre estas técnicas está no intervalo de tempo do rastreamento, no estático-rápido é inferior a 20 minutos, Lorenzetti (2013).

Este tipo de posicionamento é adequado quando se deseja alta produtividade sendo usado como alternativa ao método semicinemático em locais onde há muitas obstruções, pois o receptor móvel é desligado entre as sessões de coleta (IBGE 2008, p. 10).

Para os pontos de apoio foram realizadas coletadas com 20 minutos de rastreamento, com isso as coordenadas tiveram com tipo de solução “fixa” o que nos permitiu a utilização dos dados, conforme quadro 2.

PONTO	E (m)	N (m)	H (m)
Ré	289457.019	7155368.971	556.227

Quadro 2 – Coordenadas UTM - SIRGAS Fuso 22S do ponto apoio UTFPR – Dois Vizinhos.
Fonte: LORENZETTI, 2013.

3.5 FIXAÇÃO DAS BASES EM PILARES DE CENTRAGEM FORÇADA

Estes pilares tem forma cilíndrica são construídos em concreto e possuem fundações para uma maior estabilidade, cada pilar possui um dispositivo de centragem forçada, sistema este que permite a reocupação dos mesmos pontos em épocas diferentes do monitoramento. Este consiste em uma placa de alumínio no formato circular, com três orifícios para a fixação sobre o pilar empregando-se parafusos. No centro desta placa existe uma rosca de latão para a fixação do instrumento de medida (SOARES et. al., 2013).

Fez-se necessário a fixação das bases nos pilares de centragem forçada, pois os mesmos encontravam-se com folga, isso poderia afetar a precisão das coordenadas obtidas.

Para tanto foi retirada a tampa de proteção que envolve a rosca de fixação, após retiradas as porcas que as fixam nos parafusos soldados a base de concreto, retirou-se as demais porcas entre os parafusos e a base de cimento.

Em seguida fixou-se a base móvel de alumínio diretamente sobre a base de concreto com uso de uma arruela na parte inferior figura 8, na parte superior foi fixado a base com uma porca, utilizando chave allen (figura 9).

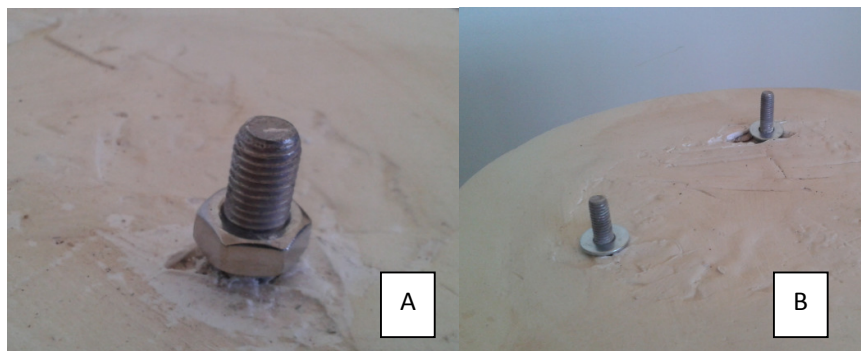


Figura 6 – Pilar de centragem forçada
Legenda: A) Antes com porcas; B) Após com arruelas.
Fonte: A autora (2013).

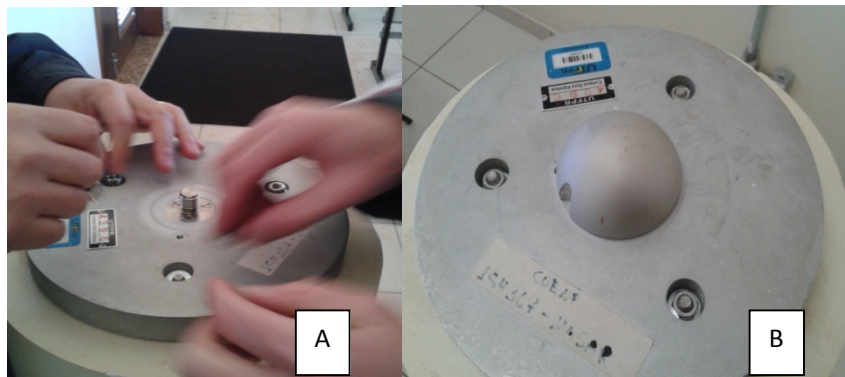


Figura 7 - Fixação da base em pilar de centragem forçada.
Legenda: A) Fixação da base; B) Base fixada.
Fonte: A autora (2013).

3.6 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS

A locação dos pontos foi necessária, pois os levantamentos foram realizados em dias distintos. Fez um caminhamento na área a ser realizado o transporte das coordenadas para escolha dos pontos, para que estes possibilitassem a visibilidade de ré e vante dos pontos posteriores conforme figura 23, estes foram distribuídos no terreno.

Pontos de apoio, conforme a NBR 13133, são definidos como: pontos, convenientemente distribuídos, que amarram ao terreno o levantamento topográfico e, por isso, devem ser materializados por estacas, piquetes, marcos de concreto, pinos de metal, tinta, dependendo da sua importância e permanência.

Para este trabalho utilizou-se marcos de concreto e piquetes de madeira já materializados no terreno em trabalhos realizados anteriormente. Também foram utilizados pregos e determinados novos pontos de acordo com as figura 10 a 22.



**Figura 8 - Ponto 1 e Ponto 14:
Em frente ao laboratório de
Fitossanidade, BaseUTFPR 1 e 2.
Fonte: A autora (2013).**



**Figura 9 - Ponto 2: Canto calçada cantina.
Fonte: A autora (2013).**



**Figura 10 - Ponto 3: Escadas
Fonte: A autora (2013).**



**Figura 11 - Ponto 4: Em frente ao
laboratório topografia
Fonte: A autora (2013).**



Figura 12 - Ponto 5: Interior do Laboratório.
 Fonte: A autora (2013).



Figura 13 - Ponto 6 e 7: Pilares de centragem forçada.
 Fonte: A autora (2013).



Figura 14 - Ponto 8: Interior laboratório 2.
 Fonte: A autora (2013).



Figura 15 - Ponto 9: Em frente ao laboratório topografia 2.
 Fonte: A autora (2013).



Figura 16 - Ponto 10: Escadas 2.
Fonte: A autora (2013).



Figura 17 - Ponto 11: Estacionamento 1.
Fonte: A autora (2013).

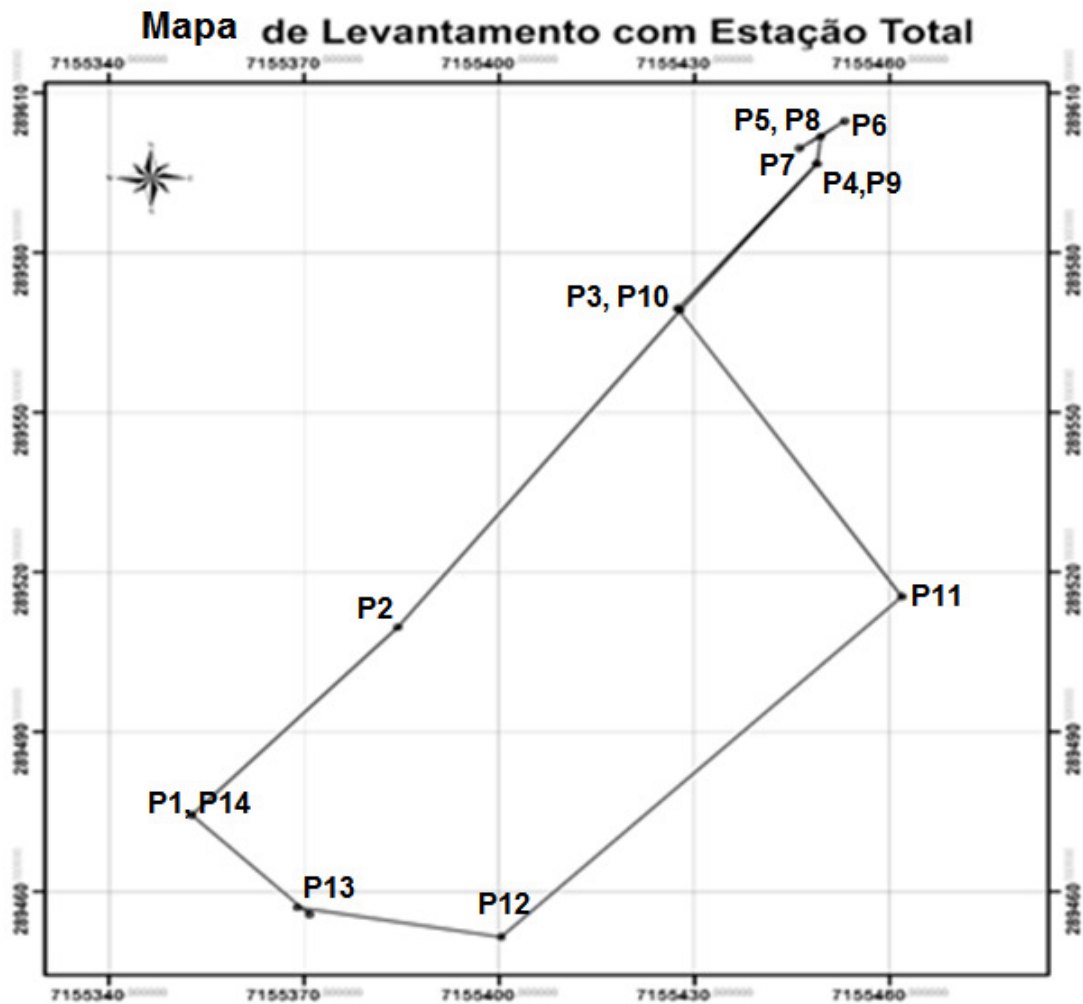


Figura 18 - Ponto 12: Estacionamento 2.
Fonte: A autora (2013).



Figura 19 - Ponto 13: Estacionamento 3.
Fonte: A autora (2013).

Na figura 22 é possível visualizar o mapa de localização dos pontos 1 a 14 que servirão para o transporte das coordenadas aos pontos de interesse.



Projeção: UTM

DATUM: SIRGAS2000

ESCALA: 1:10000

Dois Vizinhos – PR, Setembro de 2013

UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos

ENGENHARIA FLORESTAL

Acadêmica: Ana Paula de Almeida Lara

Orientadora: Maria Madalena S. da Silva

Figura 20 – Mapa de localização dos pontos.
Fonte: A autora (2013).

3.7 TRANSPORTE DE COORDENADAS

Para a obtenção das coordenadas dos pilares de centragem forçada que estão localizados no interior do Laboratório de Topografia e Geoprocessamento, fez-se o transporte das coordenadas dos pontos conhecidos através de poligonal fechada.

Visando garantir a precisão das coordenadas obtidas foram realizados três levantamentos, iniciando no ponto BaseUTFPR e retornando ao mesmo. Também visando manter a precisão utilizou-se pontos de referência fixos para a realização dos levantamentos em dias diferentes, alguns piquetes de madeira utilizados já estavam implantados em trabalhos anteriores, e para a marcação dos demais pontos utilizou-se pregos, conforme figura 23.

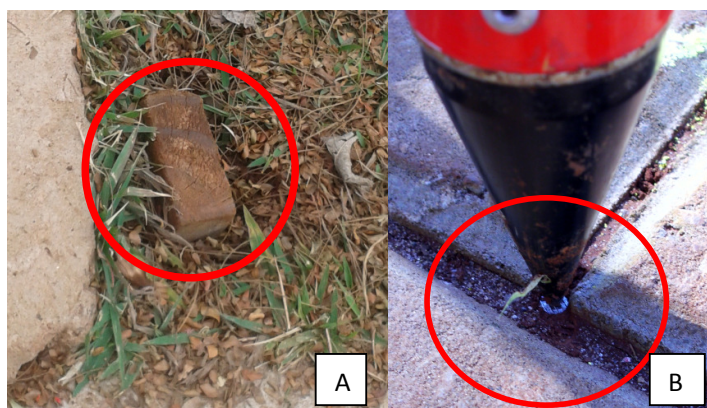


Figura 21 – Materialização dos pontos.
Legenda: A) Piquetes de madeira; B) Pregos.
Fonte: A autora (2013).

O Ponto Base foi obtido através de trabalho realizado por Novachaelley (2013), conforme descrito no item 3.3, e o ponto de ré foi obtido através de levantamento realizado por Lorenzetti (2013).

Etapas do trabalho:

1. Coleta de informações sobre as coordenadas dos pontos BaseUTFPR e ponto ré.
2. Reconhecimento da área de transporte das coordenadas e desenho do croqui de localização dos pontos.
3. Transporte de coordenadas utilizando-se a estação total. Instalou-se a estação sobre o primeiro ponto BaseUTFPR, inseriram-se a coordenada da base ocupada e de ré e as alturas do equipamento e dos prismas (ré e vante), fez-se a visada da ré e posterior a de vante. Anotaram-se as coordenadas E, N e H obtidas.

4. Para os demais pontos fez-se o mesmo procedimento inserindo-se agora para a estação ocupada o valor de coordenada obtido na visada de vante do ponto anterior.
5. Análise dos dados e determinação das coordenadas dos pilares de centragem forçada.

Para o cálculo das coordenadas finais E, N e H, utilizou-se a média das coordenadas obtidas nos levantamentos 1, 2 e 3 através de fórmula estatística (1).

$$(1) \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Onde:

\bar{X} = Média;

$\sum X$ = Somatório dos valores de X;

N = Número de observações;

Calcularam-se os desvios-padrão das coordenadas E, N e H, utilizando-se fórmula estatística (2).

$$(2) \quad \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

onde \bar{X} é a média da amostra

Onde:

\bar{X} = Média;

\sum = Somatório;

X_i = Cada valor observado;

n = Número de observações;

Para o cálculo do erro linear utilizou-se a seguinte fórmula (3):

$$(3) \quad EL = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

Onde:

X_1 = Valor da coordenada E observado ao final do levantamento;

X_2 = Valor da coordenada E inicial;

Y_1 = Valor da coordenada N observado ao final do levantamento;

Y_2 = Valor da coordenada N inicial;

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O levantamento da poligonal fechada foi composta pelos pontos contidos no quadro 3.

Ponto Ré	Marco madeira estacionamento Lorenzett
Ponto 1	BaseUTFPR
Ponto 2	Canto calçada cantina
Ponto 3	Escadas
Ponto 4	Em frente ao laboratório topografia
Ponto 5	Interior do laboratório
Ponto 6	Pilar de centragem forçada 1
Ponto 7	Pilar de centragem forçada 2
Ponto 8	Interior laboratório 2
Ponto 9	Em frente ao laboratório topografia 2
Ponto 10	Escadas 2
Ponto 11	Estacionamento 1
Ponto 12	Estacionamento 2
Ponto 13	Estacionamento 3
Ponto 14	BaseUTFPR 2

Quadro 3 – Descrição dos pontos

Fonte: A autora (2013).

Para o desenvolvimento deste trabalho, a poligonal fechada foi percorrida 3 (três) vezes, e para cada circuito de levantamento obteve-se os seguintes resultados conforme quadro 3, 4 e 5:

Circuito 1 – dia 22/08/2013.

Ponto Ocupado	E (m)	N (m)	H (m)
Ponto 1	289451,312	7155400,285	557,889
Ponto 2	289515,374	7155461,866	556,294
Ponto 3	289569,456	7155427,362	554,233
Ponto 4	289596,696	7155448,865	553,243

continua

Ponto 5	289601,797	7155449,430	553,303
Ponto 6	289599,584	7155446,089	553,406
Ponto 7	289604,714	7155453,009	553,420
Ponto 8	289601,777	7155449,405	553,301
Ponto 9	289596,674	7155448,849	553,420
Ponto 10	289569,165	7155427,665	554,209
Ponto 11	289509,637	7155384,223	555,154
Ponto 12	289474,163	7155352,682	554,994
Ponto 13	289455,653	7155370,744	556,159
Ponto 14	289451,412	7155400,030	557,928

Quadro 4 – Circuito 1.
Fonte: A autora (2013).

Circuito 2 – dia 30/08/2013

Ponto Ocupado	E (m)	N (m)	H (m)
Ponto 1	289451,492	7155400,530	557,758
Ponto 2	289515,394	7155461,886	556,324
Ponto 3	289569,476	7155427,382	554,263
Ponto 4	289596,726	7155448,894	553,273
Ponto 5	289601,824	7155449,460	553,333
Ponto 6	289599,614	7155446,119	553,436
Ponto 7	289604,704	7155453,039	553,450
Ponto 8	289601,807	7155449,435	553,331
Ponto 9	289596,704	7155448,879	553,270
Ponto 10	289569,215	7155427,715	554,239

continua

Ponto 11	289509,667	7155384,253	555,184
Ponto 12	289474,713	7155352,712	554,210
Ponto 13	289455,683	7155370,774	556,159
Ponto 14	289451,492	7155400,530	557,758

Quadro 5 – Circuito 2.
Fonte: A autora (2013).

Circuito 3 – dia 05/09/2013

Ponto Ocupado	E (m)	N (m)	H (m)
Ponto 1	289451,512	7155400,330	557,828
Ponto 2	289515,424	7155461,924	556,313
Ponto 3	289569,550	7155427,435	554,430
Ponto 4	289596,811	7155448,616	553,259
Ponto 5	289601,830	7155449,430	553,383
Ponto 6	289599,614	7155446,139	553,416
Ponto 7	289604,714	7155453,209	553,424
Ponto 8	289601,753	7155449,505	553,313
Ponto 9	289596,664	7155448,949	553,624
Ponto 10	289569,149	7155427,865	554,319
Ponto 11	289509,642	7155384,723	555,214
Ponto 12	289474,193	7155352,762	554,934
Ponto 13	289455,783	7155370,943	556,359
Ponto 14	289451,512	7155400,330	557,828

Quadro 6 – Circuito 2.
Fonte: A autora (2013).

Com bases nos levantamentos 1,2 e 3 foram calculados os desvio-padrão para as coordenadas E, N e H e foram compostos pelos dados obtidos em campo.

Os resultados do desvio-padrão são apresentados no quadro 7.

Ponto Ocupado	E (m)	N (m)	H (m)
Ré- base utf	0,025	0,029	0,015
Ponto 2	0,050	0,038	0,106
Ponto 3	0,050	0,038	0,106
Ponto 4	0,060	0,153	0,015
Ponto 5	0,018	0,017	0,040
Ponto 6	0,017	0,025	0,015
Ponto 7	0,006	0,108	0,016
Ponto 8	0,027	0,051	0,015
Ponto 9	0,021	0,051	0,214
Ponto 10	0,034	0,104	0,057
Ponto 11	0,016	0,280	0,030
Ponto 12	0,309	0,040	0,436
Ponto 13	0,068	0,107	0,115
Ponto 14	0,053	0,252	0,085

Quadro 7 – Desvios Padrões para cada ponto.

Fonte: A autora (2013).

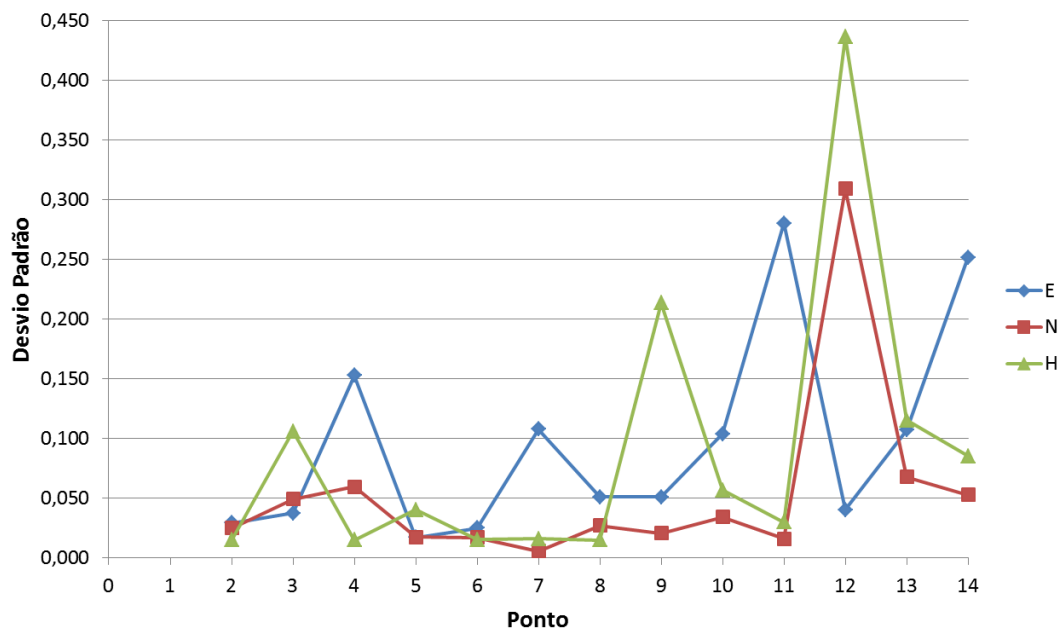


Gráfico 1– Desvios Padrões para N, E e H.
Fonte: A autora (2013).

Pode se observar no gráfico 1 que os valores se situaram na faixa de 0,00 a 0,150 e que em alguns pontos ocorreram elevado aumento no desvio-padrão, acreditasse que este fato é decorrente da distancia dos pontos ser a maior entre estes, na transição entre o ponto escada e o ponto estacionamento 1.

Na sequência foram calculadas as distâncias entre os pontos percorridos.

No quadro 8 são demonstrados os valores obtidos para cada um dos circuitos.

Dist. Percorrida	D (circuito 1) (m)	D (circuito 2) (m)	D (circuito 3) (m)
Ré-baseUTFPR	31,8298		
BaseUTFPR – Canto calçada cantina	88,8951		
Canto calçada cantina -Escada	64,1513	64,1513	64,1803
Escada- Em frente ao laboratório topografia	34,7044	34,718	34,5224
Em frente ao laboratório topografia – Interior laboratório	5,1322	5,1293	5,0845

Interior laboratório – Pilar de centragem forçada 1	4,0074	4,0058	3,9675
Pilar de centragem forçada 1- Pilar de centragem forçada 2	8.6414	8.5903	8,7170
Pilar de centragem forçada 2 – Interior do laboratório 2	4,6491	4,624005	4,7420
– Interior do laboratório 2- Em frente ao laboratório 2	5,1332	5,1332	5,1192
Em frente ao laboratório 2 – Escada 2	34,7204	34,6923	34,6642
Escada 2 – Estacionamento 1	73,69389	73,72184	73,5004
Estacionamento 1- Estacionamento 2	47,4683	47,0809	47,7298
Estacionamento 2- Estacionamento 3	25,8622	26,2369	25,8742
Estacionamento 3 – BaseUTFPR	29,5914	30,0496	29,6957

Quadro 8 – Distância entre os pontos.

Fonte: A autora (2013).

A partir dos dados do quadro 8, foram calculadas as médias de cada trecho e ao final chegou-se ao comprimento total do circuito levantado, que foi de 458,611 m.

Da mesma forma, foram calculados os desvios-padrão para as distâncias percorridas entre os pontos ocupados.

Distância	E (m)
Ponto 2 – Ponto 3	0,024
Ponto 3 - Ponto 4	0,154
Ponto 4 – Ponto 5	0,038
Ponto 5 – Ponto 6	0,032

Ponto 6 – Ponto 7	0,096
Ponto 7 - Ponto 8	0,088
Ponto 8 – Ponto 9	0,011
Ponto 9 – Ponto 10	0,040
Ponto 10 – Ponto 11	0,171
Ponto 11 – Ponto 12	0,462
Ponto 12 – Ponto 13	0,301
Ponto 13 – Ponto 14	0,340

Quadro 9 – Desvio-padrão entre os pontos.
Fonte: A autora (2013).

Em função dos dados apresentados, também pode-se calcular o erro de fechamento no ponto de partida apresentado na tabela 1, considera-se como verdadeira a coordenada obtida por Novachaelley (2013).

Tabela 1 – Erro de fechamento no ponto de partida.

PONTO	1	Verdadeira	I1	I2	I3	Média
BASEUTFPR						
N		7155400,285	7155400,030	7155400,530	7155400,330	7155400,297
E		289451,312	289451,412	289451,492	289451,512	289451,472
ALT		557,889	557,928	557,758	557,828	557,838

Fonte: A autora (2013).

Como resultado do trabalho, obteve-se as seguintes coordenadas médias para os pontos dos pilares de centragem forçada. Esses dados são apresentados no quadro 10.

PONTO	E (m)	N (m)	H (m)	Desvio Padrão (m)		
				E (m)	N (m)	H (m)
Pilar de centragem forçada 1	289599,604	7155446,116	553,419	0,017	0,025	0,015
Pilar de centragem forçada 2	289604,711	7155453,086	553,431	0,006	0,108	0,016

Quadro 10 – Coordenadas Pilares de centragem forçada 1 e 2 SIRGAS UTM SS S.

Fonte: A autora (2013).

De forma geral, os resultados obtidos como desvio-padrão dos trechos analisados ficaram abaixo de 10 cm. Observou-se também alguns pontos onde estes valores elevaram-se a para cerca de 20 cm. Para avaliar se essas diferenças são significativas, será necessário a análise estatística dos dados.

Para avaliar se as diferenças entre as medias são significativas sugere-se aplicar testes estatísticos aos dados obtidos, porém estes não foram aplicados a este conjunto de dados, pois não é possível fazer as comparações devido ao fato de se ter apenas uma media para o levantamento, visto que este foi realizado em 3 repetições e destas três calculada sua media para cada ponto. Também não é possível se aplicar ajustamento devido ao fato de termos apenas uma media para cada ponto.

5 CONCLUSÕES

Com base nos levantamentos aplicados considera-se satisfatório os dados obtidos, sendo que a análise estatística dos dados deve-se proceder na sequência.

A precisão linear do equipamento utilizado segundo seu manual é de $\pm(2\text{mm}+2\text{ppm} \times D)$, considerando que a distancia levantada foi de 458,611m, o erro linear permitido seria de 0,002m. Porém, pelo cálculo de efetuado para os três circuitos os resultados foram os seguintes: 0,273 m, 0,304 m e 0,205 m.

Por estes dados percebe-se que nenhum dos circuitos atendeu a precisão nominal do equipamento, porém, pela experiência considera-se de difícil aplicabilidade.

Considera-se de grande importância o treinamento dos operadores do equipamento, visto que os erros podem acarretar em uma grande diferença ao final do levantamento.

Como contribuição o trabalho, apresentou a determinação das coordenadas dos pilares do interior do laboratório.

Capacitação técnica na área de levantamentos topográficos e geodésicos, indispensável a formação do Engenheiro Florestal.

Quanto ao erro observado, devem-se considerar as dificuldades de campo encontradas tais como: condições climáticas dos dias das observações, falta de caibramento do equipamento, treinamento do operador do equipamento, familiaridade com equipamento utilizado, carência de material humano para apoio no levantamentos.

6 RECOMENDAÇÕES

Realização dos levantamentos por no mínimo duas pessoas, de grande importância o treinamento dos operadores do equipamento;

Aplicação áreas florestais, canteiros de obras outros ambientes que necessitem da determinação das coordenadas em locais inacessíveis.

Correção de temperatura e pressão (psicômetro e termômetro);

Aplicação de testes estáticos de significância, para tanto se sugere que sejam realizados um número maior de levantamentos com no mínimo três observações por ponto por levantamento, ajustamento das observações para análise de qualidade dos resultados.

7. REFERÊNCIAS

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

HASENACK, Heinrich, CORDEIRO Jose Luiz Passos, WAZLAWIK William. **GPS, orientação e noções de cartografia**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, s.d.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Norma Técnica para Georreferenciamento de imóveis rurais**. 2ª edição, 2010, pg.46.

KAVANAGH, Barry F., BIRD, Glenn S.J. **Surveying Principles and Applications**. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall.

LORENZETT, Everton Tavares. **Levantamentos topográficos e geodésicos - Estágio de conclusão de curso**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

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

MONICO, João F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR – GPS: Descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000. 287 p.

NOVACHAELLEY, Adilson José. **Avaliação de coordenadas planimétricas e altimétricas com uso de estação total e receptores GNSS no interior de florestas**. Monografia. Dois Vizinhos 2013. 56 pg.

PEREIRA Kátia Duarte, et.al. **Mudança do referencial geodésico no Brasil**. Anais – II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 2004.

PERNA, Marco Antonio. **O sistema UTM**. Engenharia Cartográfica, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.carto.eng.uerj.br>. Acesso em: 03/08/2013.

RODRIGUES Danilo. **Como fazer o levantamento de pontos inacessíveis**, 2012. Disponível em: <http://www.agrimensordofuturo.com>, Acesso em: 22/08/2013.

SILVA, Alison Galdino de Oliveira *et al.* **Métodos de levantamentos topográficos planimétricos para o georreferenciamento de imóveis rurais** Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, novembro 2006, p.939-948.

SILVEIRA, L.C., **Cálculos Geodésicos no Sistemas UTM Aplicados a Topografia**. Criciúma, PR: Luana, 1990.

SOARES Marcos Alberto *et al* **PROJETO DA REDE DE AUSCULTAÇÃO GEODÉSICA DA UHE MAUÁ**. Comitê Brasileiro de Barragens, XXIX Seminário Nacional de Grandes Barragens, Porto de Galinhas–PE, 2013.

VEIGA, Luis Augusto Koenig ,et.al. **FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA**, Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Universidade Federal do Paraná , 2012. Disponível em: www.cartografica.ufpr.br, Acesso em: 02/08/2013.

ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig. **Geodésia**. 2007. 92 f., Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.