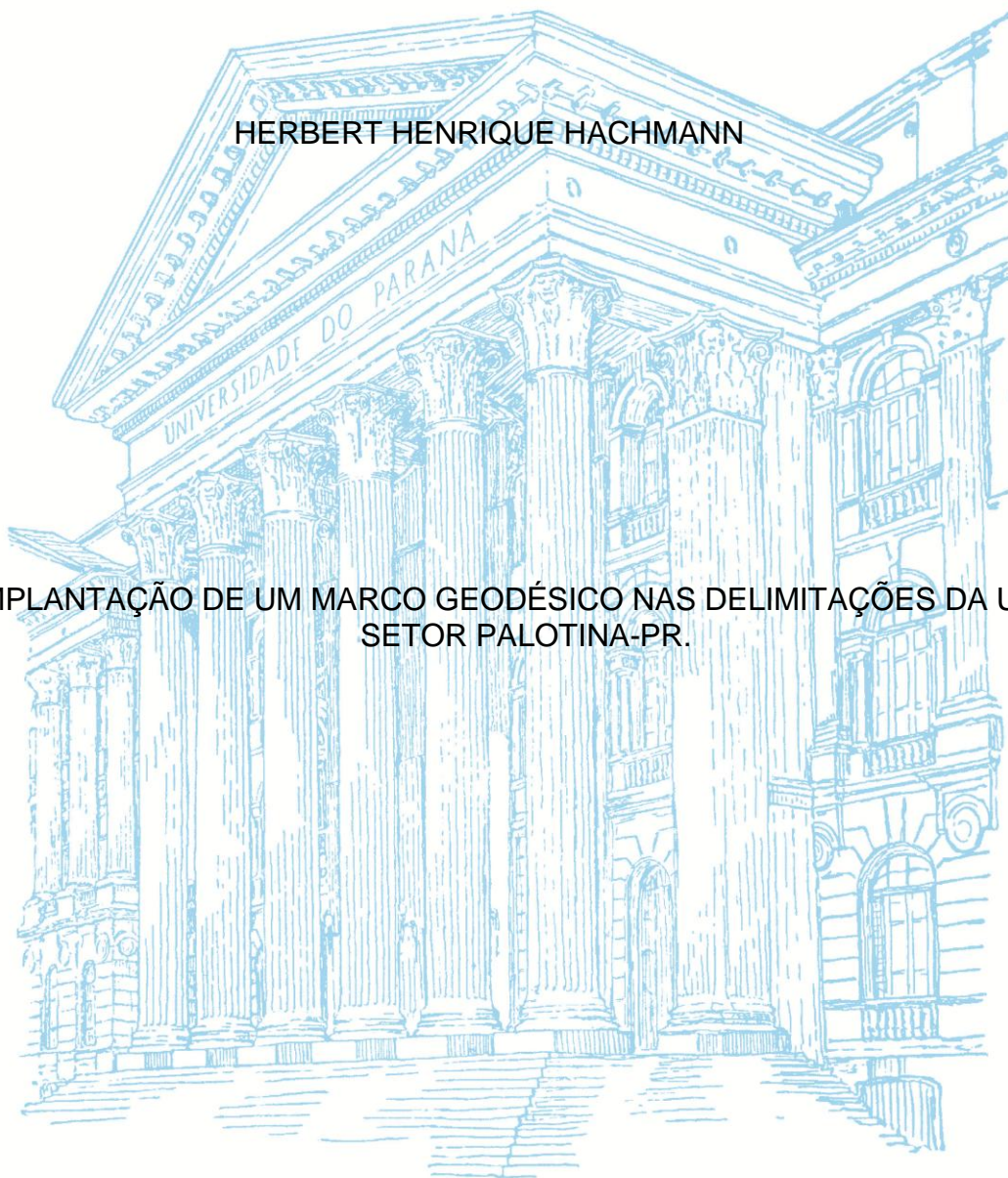


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA

HERBERT HENRIQUE HACHMANN

IMPLANTAÇÃO DE UM MARCO GEODÉSICO NAS DELIMITAÇÕES DA UFPR
SETOR PALOTINA-PR.



PALOTINA
2015

HERBERT HENRIQUE HACHMANN

IMPLANTAÇÃO DE UM MARCO GEODÉSICO NAS DELIMITAÇÕES DA UFPR
SETOR PALOTINA-PR.

Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo da
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Mauricio Guy de Andrade

PALOTINA

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

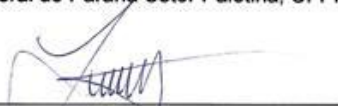
HERBERT HENRIQUE HACHMANN

**IMPLANTAÇÃO DE UM MARCO GEODÉSICO NAS DELIMITAÇÕES DA
UFPR SETOR PALOTINA-PR**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo no curso de graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Mestre Mauricio Guy de Andrade
Orientador – Departamento de Engenharia e Exatas da Universidade
Federal do Paraná Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Carlos Eduardo Zacarkim
Departamento de Engenharia e Exatas da Universidade Federal do
Paraná Setor Palotina,
UFPR



Prof. Dr. Jonathan Dieter
Departamento de Engenharia e Exatas da Universidade Federal do
Paraná Setor Palotina, UFPR.

Curitiba, 09 de dezembro de 2015

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, pelas oportunidades, motivações, aos obstáculos oferecidos, e ao sucesso alcançado em toda as atividades por mim desempenhadas.

Aos meus queridos pais Geraldo e Solange, por todo amor, compreensão e dedicação, e por nunca medirem esforços para que alcançasse meus objetivos.

Aos meus irmãos Frederico e Jhossef, por serem sempre prestativos, sempre me auxiliando nas mais diversas funções.

A minha namorada Jucielli, que sempre me apoiou, com dedicação, carinho, amor e lealdade.

A toda minha família, pelo suporte em todos os momentos da minha vida e, principalmente, durante a minha graduação, sempre auxiliando para no meu sucesso.

Aos professores desta instituição, em especial ao meu orientador, Prof. Mauricio Guy de Andrade, e a minha co-orientadora, Alessandra Svonka Palmeiro, que me apoiaram e deram suporte e instruções durante todo este trabalho e durante a graduação, com muita paciência e esmero.

A todos os meus amigos e colegas pelo apoio pelo companheirismo, dedicação, firmeza, ideias e amizade, durante toda a graduação.

A todos os funcionários da Universidade Federal do Paraná por de uma forma ou outra auxiliar na minha formação.

RESUMO

O marco geodésico é um ponto materializado na superfície física com coordenadas precisas, sendo de fundamental importância no georreferenciamento da grande maioria das obras, principalmente as que exigem exatidão, pois permite a intervisibilidade entre pontos, além de ser instrumento muito significativo na atualização cartográfica do local. O presente trabalho tem como objetivo implantar e homologar um marco geodésico nas delimitações da UFPR - Setor Palotina - PR. O marco foi confeccionado *in locu*, e é constituído de concreto, tendo o formato de tronco de pirâmide. A coleta dos dados foi realizada com um receptor geodésico do tipo GNSS dupla frequência, modelo GS15, sendo que foram realizadas 4 sessões de leitura, com duração superiores a 6 horas, e com um intervalo de 1 hora a 48 horas entre as sessões. Posterior à coleta dos dados foi realizado o processamento dos mesmos e o ajustamento vetorial utilizando o software "LEICA[®] Geo Office Combined", utilizando também as estações da rede da RBMC de Cascavel-PR e de Maringá-PR. O valor médio de latitude foi de 24° 17' 44,77"S, o de longitude foi de 53° 50' 25,24" W e o de altitude foi de 349,78 metros. Os valores de correção obtidos não excederam 0,0072 m, estando bem abaixo do valor de tolerância que é de 0,10 m, bem como os valores obtidos no teste estatístico F, os quais foram de 0,06; 0,06; 0,07 e 0,10, para as sessões 1,2,3 e 4, respectivamente, o qual apresenta um valor de 1,89. O marco geodésico é muito importante, pois tem o intuito de auxiliar posteriores trabalhos, sejam eles de caráter acadêmico, tais como aulas de Topografia e de Geoprocessamento e Georreferenciamento, ou para projetos tais como georreferenciamento de imóveis rurais, atualização cadastral ou ainda para a utilização da comunidade como por exemplo, para o uso na agricultura de precisão.

Palavras-Chave: Marco Geodésico, GNSS, Ajustamento de observação.

ABSTRACT

The geodetic mark is a materialized point on the physics surface with precise coordinates, being very important in geo-referencing of the vast majority of works, especially those that require accuracy, as it allows the intervisibilidade between points, in addition to being very significant instrument in the Cartographic update of the site. The present work aims to deploy and approve a landmark GEODESIC in the boundaries of the UFPR-sector Palotina-PR. The trip point was made in locu, and consists of concrete, having the shape of pyramid trunk. The data collection was carried out with a GEODESIC GNSS Receiver type dual frequency, GS15 model, with 4 sessions were held, with duration of more than 6 hours, and with an interval of 1 hour to 48 hours between sessions. After the data collection was conducted processing and vector adjustment using the software "LEICA Geo Office © Combined", using the network of stations RBMC of Cascavel-PR and Maringá-PR. The average value of latitude $24^{\circ} 17'$ was $44.77''$ S, longitude $53^{\circ} 50'$ was $25.24''$ W and the altitude was 349.78 meters. The correction values obtained did not exceed 0.0072 m, standing well below the value of tolerance which is 0.10 m, as well as the values obtained from the statistical test F, which went from 0.06; 0.06; and 0.07 0.10, for sessions 1, 2, 3 and 4, respectively, which presents a value of 1.89. The landmark GEODESIC is very important because it is intended to assist later works, be they academic character, such as surveying and GIS classes and geo-referencing, or for projects such as georeferencing of rural properties, cadastral update or for the use of the community such as for use in precision agriculture.

Palavras-Chave: Geodetic Mark. GNSS. Adjustment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PALOTINA NO ESTADO DO PARANÁ....	13
FIGURA 2. (A) VISTA PANORÂMICA DO MARCO MATERIALIZADO. (B) IMAGEM AÉREA DA ÁREA ONDE FOI IMPLANTADO O MARCO GEODÉSICO, COM DETALHE EM AMARELO PARA A LOCALIZAÇÃO EXATA DO MESMO.	14
FIGURA 3. PERFIL DO MARCO PIRAMIDAL PADRÃO IBGE.	15
FIGURA 4. PINO METÁLICO UTILIZADO NO MARCO.....	15
FIGURA 5. ESQUEMA DE ESTABELECIMENTO DO MARCO GEODÉSICO	16
FIGURA 6. RECEPTOR GNSS UTILIZADO NAS OBSERVAÇÕES	16
FIGURA 7. MEDIÇÃO DA ALTURA.....	18
FIGURA 8. SELEÇÃO DAS BASES PARA O PROCESSAMENTO.....	20
FIGURA 9. SELEÇÃO DAS BASES PARA O PROCESSAMENTO.....	21
FIGURA 10. VISTA PANORÂMICA DO MARCO GEODÉSICO APÓS SUA CONSTRUÇÃO.	22
FIGURA 11. VISTA PANORÂMICA DO MARCO GEODÉSICO DEVIDAMENTE FINALIZADO.....	22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. COORDENADAS, ALTITUDES E DESVIO PADRÃO DAS BASES UTILIZADAS.	20
TABELA 2. VALORES DAS COORDENADAS, CORREÇÃO E DESVIO PADRÃO.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO REFERENCIADA	9
2	OBJETIVOS	12
	2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3	METODOLOGIA.....	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5	CONCLUSÃO.....	25
6	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

A utilização de coordenadas precisas, para trabalhos que exijam alta precisão é de suma importância, sendo que o marco geodésico é uma representação física essencial para o alcance da precisão desejada, pois permite a intervisibilidade entre pontos, além de ser referência para trabalhos e estudos que exijam exatidão, em toda a extensão da superfície da terra (MARAFADO, 2011).

A implantação de marcos geodésicos é de grande importância para alcançar a precisão exigida em levantamentos topográficos, principalmente para uma cidade como Palotina-PR, a qual está em expansão, sendo assim requeridos, cada vez mais trabalhos topográficos, tanto na área urbana, quanto na área rural do município.

Sempre que há uma área com determinada extensão na superfície terrestre que se deseja representar, é necessário que se faça um levantamento topográfico, o qual tem a intenção de implantar e materializar pontos de apoio sob a superfície terrestre, aos quais são determinadas as coordenadas topográficas (NBR 13133 – ABNT, 1994).

Esse levantamento topográfico é dividido segundo a norma técnica NBR 13133 (1994), conforme a finalidade, em planimétrico e altimétrico, ou ainda planialtimétrico, o qual é caracterizado pela junção dos dois anteriores.

O levantamento planialtimétrico objetiva a delimitação da propriedade, além de determinar os principais componentes físicos localizados na mesma, amarrados a uma rede, ou um ponto específico, materializado no local. Outra função deste tipo de levantamento é determinar os níveis de alturas relativas, sempre apoiada a uma referência previamente determinada (NBR 13133 – ABNT, 1994).

Todos estes levantamentos topográficos fazem parte de uma ciência maior, a Geodésia, que segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é a ciência voltada à determinação da forma, das dimensões e do campo de gravidade da Terra incluindo suas variações temporais. Assim, compete ao IBGE a implantação e manutenção do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), o qual é formado por um conjunto de estações, que estão materializadas no terreno, e cuja posição serve como referência precisa a diversos projetos de engenharia.

O Sistema Geodésico de Referência (SGR) é composto por uma forma geométrica representativa da superfície terrestre, localizada no espaço, concedendo a localização exclusiva de cada ponto da superfície levando em conta suas coordenadas tridimensionais, e materializado por um conjunto de pontos distribuídos na superfície terrestre (MONICO, 2000, p. 59). Esse sistema permite que se faça a localização espacial de qualquer feição sobre a superfície terrestre, tal como as coordenadas (IBGE, 2008). Ainda neste contexto tem-se o marco geodésico, que pode ser definido como um ponto materializado em determinada superfície, o qual suas coordenadas são determinadas a partir das redes geodésicas de primeira ordem, sendo importantíssima no georreferenciamento da grande maioria das obras, além de ser instrumento muito significativo na atualização cartográfica do local (SOUZA; SILVEIRA, 2015, p. 2).

Para a homologação e integração de estações ao SGB, é preciso que se obedeça alguns critérios técnicos, os quais são descritos de forma sucinta no documento “Padronização de Marcos Geodésicos” (IBGE, 2008).

Para a materialização destes marcos faz-se necessário à obtenção de coordenadas tridimensionais precisas que devem ser obtidas via levantamento de dados com GNSS. O termo *Global Navigation Satellite System* (GNSS) refere-se a uma constelação de satélites que fornecem sinais oriundos do espaço, os quais transmitem dados de localização e distribuição, sendo assim, constituídos basicamente por 3 segmentos: o segmento espacial (satélites), o segmento de controle (estações) e o segmento de usuário (receptores) (GONÇALVES, 2011).

O princípio de funcionamento do GNSS pode ser explicado de forma simples e completa, da seguinte forma: os sinais eletromagnéticos emitidos pelos satélites são recebidos por antenas dos receptores e transformado em sinais elétricos, o que ocorre basicamente nas estações. Esses sinais elétricos são demodulados por um receptor o qual utiliza um relógio, fornecendo um determinado tempo. O processador decifra as mensagens de navegação e determinam a distância entre a antena e o receptor, de cada satélite rastreado individualmente, fazendo assim uma relação básica entre posição, velocidade e tempo (GONÇALVES, 2011).

O emprego da tecnologia GNSS, propiciou um grande desenvolvimento nas atividades de navegação e posicionamento, pois com ele é possível obter coordenadas geodésicas com precisão centimétrica, de forma mais rápida, precisa e econômica, quando comparadas com os sistemas anteriores (SEGATINE, 2001).

Neste sentido, o presente projeto tem fundamental importância para a comunidade acadêmica, correlacionando-o com projetos futuros, necessários à UFPR, como é o caso de um mapeamento completo de todo o Setor, ainda não existente, e de grande importância para expansões futuras, como a alocação para construções de novos blocos, por exemplo. Além disso, este estudo, também será de grande serventia para a comunidade em geral, por exemplo, para o CAR (Cadastro Ambiental Rural), sendo base de referência para trabalhos da região, envolvendo as ciências de Topografia e Georreferenciamento, principalmente, aumentando a precisão dos trabalhos e acelerando os mesmos, uma vez que pessoas do ramo, não necessitarão mais transportar coordenadas de cidades relativamente distantes, como atualmente trazem de Cascavel-PR.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo implantar e solicitar a homologação um marco geodésico nas delimitações da UFPR- Setor Palotina- PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Definir a área a ser implantado o marco geodésico;
- ✓ Materializar o marco geodésico;
- ✓ Realizar um levantamento GNSS para obtenção dados;
- ✓ Processar os dados coletados via GNSS;

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado na cidade de Palotina, localizada no oeste do Paraná, a aproximadamente 600 Km da capital do estado, Curitiba, conforme demonstrado na figura 1, mais especificamente nas imediações da UFPR, localizada a $24^{\circ}17'45,0''$ S e $53^{\circ}50'30,3''$ W, em uma altitude média de aproximadamente 300 metros (IPARDES, 2015).



FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PALOTINA NO ESTADO DO PARANÁ.

FONTE: IPARDES, 2015

Para a implantação do marco geodésico, primeiramente foi realizada a escolha do local a ser materializado, sendo exigido que este local seja um estabelecimento público (UFPR – Setor Palotina), em uma área que possui um horizonte livre, solo firme, fácil acesso, seguro, além de estar próximo a uma fonte de energia elétrica, conforme descrito no documento “Padronização de Marcos Geodésicos”, no segmento de Geodésia, e evidenciado na figura 2 (IBGE, 2008).



FIGURA 2. (A) VISTA PANORÂMICA DO MARCO MATERIALIZADO. (B) IMAGEM AÉREA DA ÁREA ONDE FOI IMPLANTADO O MARCO GEODÉSICO, COM DETALHE EM AMARELO PARA A LOCALIZAÇÃO EXATA DO MESMO.

FONTE: O Autor (2015)

Para que fosse feita a materialização do marco geodésico e que se encaminhasse a homologação e integração deste aos marcos geodésicos do IBGE, fez-se necessário o cumprimento de alguns critérios técnicos definidos por órgãos responsáveis, tais como Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e IBGE, conforme descrito, por exemplo, no documento “Padronização de Marcos Geodésicos” (IBGE, 2008) (NBR 13133, 1994).

Para a materialização, propriamente dita, foi necessário o auxílio de uma empresa terceirizada, a qual presta serviços a UFPR – Setor Palotina, tendo o acompanhamento da equipe de pesquisa durante a construção. O marco foi confeccionado *in locu*, e é constituído de concreto, com uma relação de uma parte de cimento, três partes de areia e três partes de pedra brita (Nº1), com um formato de tronco de pirâmide, tendo sua base quadrangular com 30 cm de lado e seu topo quadrangular com 18 cm de lado, possuindo assim uma altura de 40 cm, sendo que 30 cm deste está acima o nível do solo, conforme a figura 3, acrescentando ainda no topo deste marco uma chapa metálica a fim de identificar a estação, como demonstrado na figura 4 (IBGE, 2008).

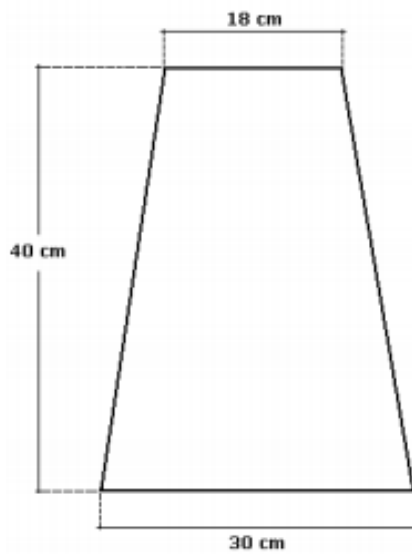


FIGURA 3. PERFIL DO MARCO PIRAMIDAL PADRÃO IBGE.

FONTE: IBGE, 2008.



FIGURA 4. PINO METÁLICO UTILIZADO NO MARCO.

FONTE: O Autor (2015).

Para iniciar a implantação do marco geodésico em questão, foi necessário abrir uma cava com 50 cm de lado até uma profundidade de 20 cm, posteriormente reduziu-se esta dimensão do lado da cava para 40 cm, acrescentando à profundidade inicial 80 cm. Feito isso, introduz-se o concreto até uma altura que diste 7 cm da borda da cava, colocando o marco e preenchendo o restante da cava com a argamassa da fundação, conforme as normas propostas pelo IBGE, obtendo um resultado semelhante ao expresso na figura 5, onde a hachura representa o concreto o qual foi adicionado (IBGE, 2008).

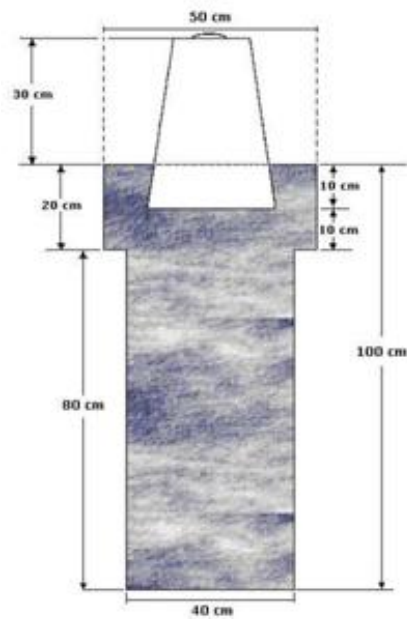


FIGURA 5. ESQUEMA DE ESTABELECIMENTO DO MARCO GEODÉSICO

FONTE: IBGE, 2008

Após a construção do marco geodésico, foi realizada a coleta de dados para uma posterior integração da estação junto ao SGB, e para isso utilizou-se um receptor geodésico do tipo GNSS dupla frequência, modelo GS15 da linha de receptores LEICA VIVA da marca LEICA®, sendo este patrimônio da UFPR, estando demonstrado na figura 6.



FIGURA 6. RECEPTOR GNSS UTILIZADO NAS OBSERVAÇÕES

FONTE: O Autor (2015).

O receptor GNSS utilizado é composto por placa de medição com 120 canais, sendo capaz de rastrear todos os sinais de frequência L1/L2/L5/CA/L2C, tanto da constelação GPS, quanto do Sistema de Navegação Global por Satélite

desenvolvido pela Rússia, o *Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* (GLONASS), além das futuras constelações *Galileo Positioning System* (GALILEO), que é um sistema de posicionamento global por satélite desenvolvido pela União Européia, e *COMPASS Navigation System* (COMPASS) ou *BEIDOU Navigation System* (BEIDOU), que é um é o sistema chinês de posicionamento global por satellite (MONICO, 2000).

Este receptor possui dispositivos de comunicação alternáveis para estações de base e móvel, sendo completamente configurável, além de possuir um sistema de baterias duplas, o qual garante um tempo maior de rastreo e/ou operações em geral com o aparelho, sem a necessidade de desligá-lo para fazer a troca das baterias (MANFRA, 2015).

Antes de iniciar as leituras de dados, foi necessário fazer algumas configurações no receptor e na controladora, sendo assim, necessário utilizar alguns tutoriais disponibilizados pela empresa MANFRA[®], a qual revende receptores da marca LEICA[®].

A fim de realizar a coleta de dados, inicialmente configura-se a controladora. Esta configuração é relacionada a informações pertinentes a minimização de erros e garantia na precisão e acurácia do levantamento, dentre as quais pode-se citar a máscara de elevação ou ângulo de corte, para 10°, que é basicamente um valor mínimo de elevação a partir do qual os satélites são observados minimizando os erros de multicaminho, sendo que as observações oriundas de satélites com ângulos de elevação abaixo da máscara de corte pré-determinada fossem descartadas durante o processo de observação (CHUERUBIM, 2014) (GPS SUL, 2006).

Outra configuração refere-se à *Dilution of Precision* (DOP) em especial ao PDOP definindo para este o valor máximo 6,0, que é considerado, como valor limite, diminuindo assim possíveis erros, pois quando o valor de PDOP é baixo a geometria dos satélites favorece a triangulação, ocasionando assim uma maior precisão nas determinadas coordenadas geodésicas, sendo assim o PDOP um fator de diluição da precisão da posição tridimensional e estando este relacionado com a disposição geométrica dos satélites (FIORI, 2013).

Esses valores foram retirados de documentos do Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, onde segundo as características expressas pelo documento, o marco geodésico pertence a classe C1, como ponto materializado, medido e

codificado em campo, e também pelo fato deste servir de apoio para posteriores trabalhos.

Outro fator importante a ser observado é a altura, tanto do tripé quanto do aparelho. Para a medição da altura do tripé foi utilizado uma trena própria do aparelho utilizado. Essa trena encaixa-se em um orifício na base da antena, e então se mede a altura até o pino metálico localizado no ápice do marco geodésico, como proposto no manual do receptor, conforme a figura 7. Para que se tomasse conhecimento da altura total, desde o pino até a porção final da antena, onde é realizada a captação do sinal, propriamente dito, foi necessário acrescentar 0,36m ao valor observado na trena, sendo este valor, uma constante disponibilizada pelo fabricante do receptor utilizado.



FIGURA 7. MEDIÇÃO DA ALTURA

FONTE: O Autor (2015)

Foi necessário também realizar a configuração para a ativação do registro de dados para processamento e não somente para obtenção de coordenada navegadas dos dados, sendo que todos os arquivos são salvos em formato RINEX conforme padrão.

O armazenamento dos dados coletados foi destinado a um cartão de memória, localizado no sensor GS, sendo que cada coleta só se iniciava

manualmente, através da configuração denominada medição, do aparelho, a fim de garantir uma maior segurança no trabalho.

Com as configurações feitas, foram iniciadas as observações, as quais foram realizadas nos dias 31 de Julho de 2015 e no dia 01 de agosto de 2015, sendo realizadas assim, duas sessões por dia. Com isso, foram realizadas 4 (quatro) sessões de leitura, com duração superiores a 6 (seis) horas, e com um intervalo mínimo de 1 (uma) hora entre as sessões, porém nunca completando o limite proposto pelo IBGE, que é de 48 (quarenta e oito) horas de intervalo, sendo que o intervalo de coleta dos dados foi configurado para 15 segundos, seguindo fielmente instruções pré descritas pelo IBGE no documento “Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições” (IBGE, 2007).

Posterior à coleta dos dados foi realizado o processamento dos mesmos e o ajustamento vetorial utilizando o software “LEICA® Geo Office Combined” que serão descritos nos parágrafos seguintes.

Para o processamento e determinação das coordenadas finais foram definidas duas estações da rede da RBMC e obtidos seus respectivos dados, a de Cascavel-PR e a de Maringá-PR. Esta escolha foi feita em função da proximidade da cidade de Palotina, onde está sendo instalado o marco geodésico à ser homologado.

Além da escolha das bases a serem utilizadas é necessários algumas configurações no software, para a realização do processamento, sendo a de maior relevância a definição do sistema de referência onde foi escolhido o “WGS84” (World Geodetic System 1984), compatível ao SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000), sistema de referencia oficial do Brasil.

Em seguida realizou-se a importação dos dados coletados a campo, bem como os dados das duas bases escolhidas para a realização da vetorização, sendo estas registradas na RBMC.

As coordenadas das bases utilizadas, assim como o valor do desvio padrão, são apresentadas na tabela 1.

TABELA 1. COORDENADAS, ALTITUDES E DESVIO PADRÃO DAS BASES UTILIZADAS.

Coordenadas geodésicas						
RBMC	Cascavel			Maringá		
Latitude:	-24° 57' 47,9170"	Sigma :	0,001 m	-23° 24' 34,8778"	Sigma :	0,001 m
Longitude:	-53° 27' 58,7851"	Sigma :	0,001 m	-51° 56' 18,3272"	Sigma :	0,001 m
Alt. Elip.:	777,326 m	Sigma :	0,008 m	543,365 m	Sigma :	0,009 m

FONTE: O Autor (2015).

Algumas configurações adicionais são necessárias durante o processamento como, por exemplo, a classificação destes dados das bases como pontos de controles e o tipo de antenas utilizadas pelos mesmos, sendo necessário para essas últimas realizar a importação de alguns modelos, bem como as respectivas alturas de todas as antenas em questão, pois seus valores influenciam na coordenada final em relação à altimetria.

Para o processamento propriamente dito, é necessário selecionar as bases importadas como “base”, adquirindo a barra de controle uma coloração vermelha, e a base a ser analisada como “rover”, tendo esta uma coloração verde, como demonstrado na figura 8.

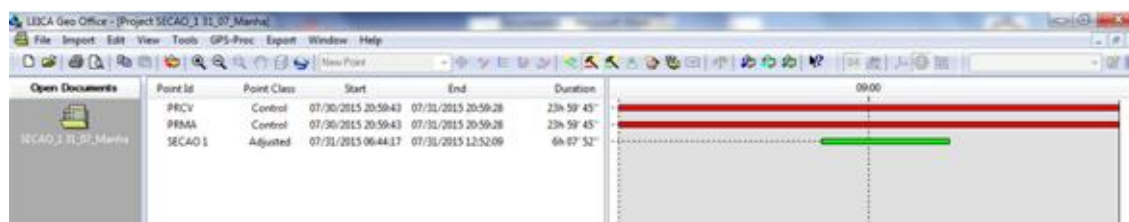


FIGURA 8. SELEÇÃO DAS BASES PARA O PROCESSAMENTO.

FONTE: O Autor (2015)

O próximo passo é a análise do resultado do ponto, com atenção especial ao valor da porcentagem de épocas fixas, a qual deve ser superior a 70%, além de não possuir perdas de ciclo, sendo assim necessário armazenar os resultados gerados pelo programa.

Para que o outro vetor também seja processado, é necessário selecionar a barra de coloração vermelha o ponto que estava como “rover” e em verde a outra base GPS, conforme a figura 9, e em seguida realizar o processamento e análise dos resultados novamente.

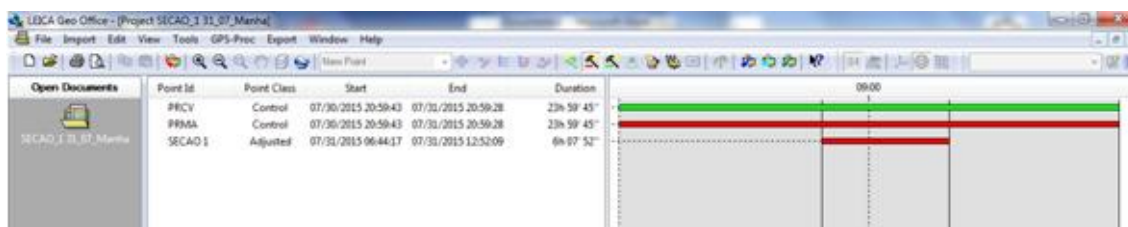


FIGURA 9. SELEÇÃO DAS BASES PARA O PROCESSAMENTO.

FONTE: O Autor (2015).

Após o armazenamento dos vetores deve-se realizar o ajustamento, e para isso foi necessário inicialmente inserir o valor de precisão do equipamento, variando esses valores conforme o modelo de equipamento utilizado, neste caso para *absolute* usou-se 0.005 m e para *relative* 0.5 ppm, e em seguida clicar para que o ajustamento seja calculado (AYERS, 2011).

Posteriormente visualizou-se os resultados estatísticos atentando-se para o teste F, o qual pode ser considerado uma análise de variância comparativa, ou seja, a razão entre o modelo e seu erro, sendo necessário que este seja aceito, tendo como o valor crítico 1,89, para os testes realizados.

Para que seja feita a homologação do marco é necessário que se envie fotos panorâmicas do marco, além de preencher alguns formulários contendo informações detalhadas sobre o aparelho que foi utilizado, a localização específica de onde se encontra a estação, a descrição física detalhada do marco, o itinerário para chegar à estação, e se necessário deve-se fornecer observações relevantes sobre o marco, não devendo ser preenchido o campo código (IBGE, 2007).

Todo o material necessário deverá ser enviado em mídia digital e impresso em forma de relatório, sendo este analisado pela equipe do IBGE. O texto contido no descritivo da estação será alterado, adequando-o ao Banco de Dados Geodésico e será divulgado para a sociedade sem interesses econômicos, bem como as fotos contidas nele (IBGE, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O marco geodésico foi construído conforme todas as especificações e exigência do órgão responsável pela homologação deste, e o resultado disso pode ser observado na figura 10, a qual nos mostra uma visão panorâmica do marco, recém construído. Já na figura 11, podemos observar o marco geodésico já pintado, e pronto para o uso da população, porém ainda não homologado pelo IBGE.



FIGURA 10. VISTA PANORÂMICA DO MARCO GEODÉSICO APÓS SUA CONSTRUÇÃO.

FONTE: O Autor (2015).



FIGURA 11. VISTA PANORÂMICA DO MARCO GEODÉSICO DEVIDAMENTE FINALIZADO.

FONTE: O Autor (2015).

Após o processamento dos dados das quatro sessões, foram obtidos os valores de coordenadas, suas correções e desvio padrão, resultando em valores muito próximos um dos outros, como demonstrados na tabela 2, representada a seguir:

TABELA 2. VALORES DAS COORDENADAS, CORREÇÃO E DESVIO PADRÃO.

Sessões		Coordenadas	Correção	Desvio Padrão
1	Latitude	24° 17' 44,76704" S	-0,0007 m	0,0104 m
	Longitude	53° 50' 25,24620" W	-0,0017 m	0,0104 m
	Altitude	349,7968 m	0,0072 m	0,0104 m
2	Latitude	24° 17' 44,76688" S	-0,0035 m	0,0102 m
	Longitude	53° 50' 25,24580" W	-0,0038 m	0,0102 m
	Altitude	349,7653 m	0,0050 m	0,0102 m
3	Latitude	24° 17' 44,76729" S	-0,0049 m	0,0111 m
	Longitude	53° 50' 25,24620" W	-0,0042 m	0,0111 m
	Altitude	349,7941 m	-0,0046 m	0,0111 m
4	Latitude	24° 17' 44,76680" S	0,0000 m	0,0134 m
	Longitude	53° 50' 25,24564" W	0,0000 m	0,0134 m
	Altitude	349,7793 m	0,0000 m	0,0134 m

FONTE: O Autor (2015).

Como é possível observar, os valores das coordenadas de latitude e longitude, ficaram próximos em todas as sessões, podendo obter-se uma média de latitude igual a 24° 17' 44,77"S e uma média de longitude igual a 53° 50' 25,24" W. No valor da altitude também se notou baixa variação entre os valores de uma sessão e outra, tendo uma média de 349,78 metros para esta coordenada.

Outros resultados dos processamentos como é o caso da correção e do desvio padrão, expressos na tabela 2, comprovam a exatidão e confiabilidade dos valores apresentados. Os valores de correção obtidos estiveram muito próximos a 0 m, tendo como maior valor apresentado 0,0072 m, ou seja, bem abaixo dos valores de tolerância aceitos pela Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR), a qual está estabelecida em 0,10 m, para classe C1 (NTGIR, 2010).

O desvio padrão pode ser considerado como a variação dos valores individuais em torno da média, podendo ser calculado basicamente pela extração da raiz quadrada do valor da variância, sendo que um desvio padrão pequeno, como o obtido neste projeto, implica em uma maior precisão e exatidão das medições, e das coordenadas obtidas (NTGIR, 2010) (CARVALHO et al., 2014).

Para determinar a qualidade e confiabilidade dos dados foi realizado o teste estatístico F, onde obteve-se nas quatro sessões os valores de 0,06; 0,06; 0,07 e 0,10, para as sessões 1,2,3 e 4, respectivamente. Esses valores, uma vez abaixo do valor crítico para este teste, que é de 1,89, foram considerados como aceitos.

Tanto a proximidade dos valores das coordenadas e do teste F, obtidos durante o processamento dos dados, nos remete a acreditar que os erros não interferiram no resultado final do processo, pois as coordenadas tiveram diferenças de milésimos de segundos e o teste F para todas as sessões foi aceito segundo o relatório de ajustamento.

Para a homologação do marco geodésico é necessário o memorial descritivo do local, assim como sua localização, informando o local onde está localizado o mapa, utilizando estruturas importantes da cidade como referência, além do itinerário, que é a explicação detalhada de onde o marco foi materializado, traçando uma rota para que pessoas que não conheçam, ou conheçam pouco, a cidade, sejam capazes de chegar até o marco, para fazer a utilização do mesmo, pois o marco é público.

Conforme proposto nos objetivos deste trabalho a documentação necessária para a homologação do marco geodésico pelo IBGE está sendo providenciada e posteriormente será encaminhada ao órgão responsável.

Com a materialização do marco geodésico, a realização da coleta de dados e o processamento destes, foram obtidos os resultados da pesquisa, como as coordenadas deste marco, teste estatístico para a coordenada final, memorial descritivo do local e envio da documentação para a homologação do marco junto ao IBGE.

5 CONCLUSÃO

A implantação do marco geodésico na cidade de Palotina revelou ser de fundamental importância, além de sua vasta utilidade não só para a comunidade acadêmica, correlacionando-o com projetos e expansões futuras que possam vir a ocorrer no Setor, mas também para a comunidade como um todo, uma vez que este serve como base de referência para trabalhos que envolva a ciência Geodésica.

As sessões de coleta de dados seguindo as normas exigidas pelo IBGE, com duração de 6 horas, realizadas em dois dias, se mostraram muito eficientes, pois além de grande precisão dos resultados, proporcionou a equipe uma otimização do tempo, diminuindo também a chance de ocorrer adversidades climáticas que pudessem, de alguma forma atrapalhar o sistema de coleta, como precipitações, nebulosidade, entre outros fatores.

Vale destacar também a escolha acertada dos valores de PDOP, máscara de elevação e intervalo de tempo para cada coleta, os quais foram 6, 10⁰, e 15 segundos, respectivamente, sendo estes confirmados na NTGIR.

A escolha das bases de referência foi realizada de forma consciente e cuidadosa, o que auxiliou no sucesso do processamento e do ajustamento realizado, fazendo com que a vetorização também fosse favorecida pela geometria e disposição das bases neste processo.

O software “LEICA[®] Geo Office Combined” mostrou-se muito eficiente na realização do processamento dos vetores do marco, além de ser tecnicamente de fácil manejo, uma vez que todos os resultados foram disponibilizados de forma organizada e de fácil entendimento.

Com os resultados obtidos pelo processamento e pelo ajustamento, pode-se concluir que o marco possui extrema precisão e pode ser utilizado, com total confiabilidade, para trabalhos futuros na área de Topografia e Georreferenciamento. Isso é possível de ser afirmado, tanto pela proximidade dos valores das coordenadas nas quatro sessões, variando apenas alguns segundos, quanto pelos valores de desvio padrão e erro, bem como o valor obtido pelo teste F, estando estes abaixo dos valores tolerados, os quais estão disponíveis no relatório de ajustamento.

Estes resultados nos remete a acreditar, que cada vez mais, não só os aparelhos, mas também todas as constelações de satélites do Sistema de Navegação Global por Satélite estão acrescentando de maneira positiva nos trabalhos relacionados a Geodésia, que vem sendo realizados atualmente, aumentando a exatidão dos levantamentos, principalmente quando os sinais estão amarrados em um ponto materializado e preciso na superfície terrestre, como em um marco geodésico.

A homologação do marco, até o presente momento, não foi realizada de forma concreta, pelo IBGE, porém toda a documentação necessária já foi enviada, e aguardamos a resposta do órgão competente, o que demanda tempo para que haja a análise dos dados e disponibilidade de pessoas da instituição.

Os objetivos do presente trabalho foram atingidos com êxito, sendo de extrema importância, não só para a cidade, mas também para o estado, após a efetivamente homologação do marco pelo IBGE.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13133: 1994: **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

AYERS, H. B. **GNSS (GPS and GLONASS) - Positioning used in Land Surveying and Engineering**. Joint AMLS/APEGM Professional Development Seminar: GPS Best Practices Wokrshop. Winnipeg (Canadá), 2011. Disponível em: <http://www.apegm.mb.ca/pdf/PD_Papers/GNSSPositioning.pdf>. Acesso em: 20 de out. de 2015

CHUERUBIM, M. L. ; GOMES, P. G. . **Comparação do posicionamento geodésico tridimensional realizado com modelos idênticos de antenas e de receptores GPS em diferentes épocas e intervalos do dia**. Revista de Engenharia e Tecnologia , v. 6, p. 102-122, 2014.

COLLARES. C. F. **O que quer dizer o F na análise de variância (ANOVA)**. Maastricht (Holanda), Maio de 2012. Disponível em: <<http://carloscollares.blogspot.com.br/2012/05/o-que-quer-dizer-o-f-na-analise-de.html>>. Acesso em: 20 de out. de 2015

EGNOS. **What is GNSS?** Disponível em: <<http://egnos-portal.gsa.europa.eu/discover-egnos/about-egnos/what-gnss>>. Acessado em: 16 de fev. de 2015.

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DO PORTO. Serviço de Bioestatística e Informática Médica. **Desvio padrão**. Disponível em: <<http://stat2.med.up.pt/cursop/glossario/dpadrao.html>>. Acesso em: 20 de out. de 2015.

FIORIO, P. R. **Apontamentos de aula: Tópicos Básicos de Cartografia e Sistemas de Posicionamento Global** (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Material Didático). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.

GONÇALVES L.F.S. **Desenvolvimento de sistema de navegação autônoma por GNSS**. Dissertação de mestrado. Escola Politecnica da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2011.

GPS SUL. **Trimble Digital Fieldbook - Guia de campo - Software.Versão 2**, 2006. Disponível em: <http://www.gpssul.com.br/docs/guias/GPS/TRIMBLE%20DIGITAL%20FIELDBOOK/Guia_de_Campo_TRIMBLE_DIGITAL_FIELDBOOK.pdf>. Acesso em: 17 de out. de 2015.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos**. Coletânea das Normas Vigentes. Rio de Janeiro, 1998. 74 p.

IBGE. **Especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos.** Resolução PR n°.22 de 21.07.1983. Brasília, 1983.

IBGE. **Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições.** Rio de Janeiro, RJ, 2007. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/homologacao_de_marcos.pdf>. Acesso: 17 de out. de 2015.

IBGE. **Padronização de marcos geodésicos.** 2008. Disponível em <http://www.inde.gov.br/images/inde/padronizacao_marcos_geodesicos.pdf>. Acesso em 20 de fev. de 2015.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistemas de Referência.** Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/default.shtm>> Acessado em 16 fev. 2015.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. **Norma Técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais.** 2ª ed. Revisada. Brasília, 2010. Disponível em <http://200.252.80.40/Credencia/download/Norma_Tecnica.pdf>. Acesso em 20 de out. de 2015.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL – IPARDES. **Caderno estatístico município de Palotina.** Novembro, 2015. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85950>>. Acesso em: 17 de out. de 2015.

LIMA. P. C; LIMA R.R de. **Estatística Experimental – Guia de Estudos.** Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/images/stories/File/Paulo/GUIA%20DE%20ESTUDOS%20-%20vers%C3%A3o%20em%20revis%C3%A3o.pdf>>. Acesso: 17 de out. de 2015

MANFRA. **Receptor Leica Viva GS15.** Disponível em: <<http://manfra.com.br/produtos/receptores-gpsgnss/receptores-gnss-11l2-pp-e-rtk/leica-viva-gs15/>>. Acesso em: 17 de out. de 2015.

MARAFADO. **A importância dos marcos geodésicos.** Setembro 2011. Disponível em < <https://marafado.wordpress.com/2011/09/16/a-importancia-dos-marcos-geodesicos/>> Acesso em: 20 de out. de 2015.

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

PEDRO P.C. **Implantação de uma rede planialtimétrica no Campus da Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul.** Centro Universitário Católica de Santa Catarina, 2013.

RODRIGUES. A.C. **Marcos Geodésicos do IBGE.** V Encontro de Engenheiros Cartógrafos do Nordeste. IBGE – DRG/CE– Divisão de Geodésia. Sergipe, 1989.

SILVA A.T.; NETO F.C.R. ; FRANÇA M.V. ; BOTELHO F.J.L ; JUNIOR J.M.C. Levantamento Topográfico com GPS Geodésico e Estação Total da Propriedade EMBRAPA Caprinos em Sobral-CE. IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SOUZA, G. F.; SILVEIRA, L. N. **Implantação de Marcos geodésicos para projetos de construção e restauração de rodovias.** Revista Tecnologia e Ambiente. Criciúma – SC. v. 14, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/index.php/tecnoambiente/article/view/1090>> . Acesso em: 16 de fev. de 2015.

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU. Sistema de Informação Aplicada a Saúde. **DESVIO PADRÃO.** Disponível em: <http://www.inf.furb.br/sias/saude/Textos/desvio_padrao.htm>. Acesso em: 20 de out. de 2015.