

---

## REDE DE REFERÊNCIA CADASTRAL COMO BASE PARA QUALIFICAR A GEOINFORMAÇÃO NO CAMPUS DA UFSM

ELÓDIO SEBEM  
ANTÃO LANGENDOLFF  
GUILHERME COELHO DE PELLEGRINI  
ALEXANDRE TEN CATEN

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Colégio Politécnico da UFSM  
elodiosebem@gmail.com

---

**RESUMO** - Em outubro de 2007, visando atender a necessidade de criação de uma base cartográfica para desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, foi materializada uma rede de marcos geodésicos. Esta rede poderá servir de apoio a todas as atividades de cadastro a serem desenvolvidas no Campus Universitário, bem como, de suporte a obras de engenharia e trabalhos acadêmicos. Deste modo o presente trabalho descreverá a metodologia usada para implantação desta rede de referência cadastral, sendo sequencialmente apresentados estudos e aplicações de métodos de levantamento e ajustamento das coordenadas da referida rede de marcos, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

**ABSTRACT** – In October 2007, with the objective of attending the creation need of a cartographic base for the development of a Geographic Information System at Campus of Federal University of Santa Maria, it was materialized a marks geodesic network. This network could serve to support all activities of registration to be developed in the University Campus, as well as, as support to engineering constructions, and academic papers. So the present work will describe the methodology used to deployment of this register reference network, being presented studies and method applications of rising and adjustment of referred coordinates records network, according to Brazilian Association of Technical Standards (ABNT).

---

### 1 INTRODUÇÃO

Na maioria das cidades brasileiras a base cartográfica é deficiente em muitos aspectos, tais como, distorções geradas pela falta de controle geodésico, falta de atualização e inexistência de rede de referência cadastral municipal (Carneiro & Loch, 2000). Vários são os fatores que contribuem para tal. Entre eles está o fato de que os levantamentos em geral são caros, pois dependem de equipamentos de custos relativamente altos e mão de obra especializada, concorrendo para que a construção da base cartográfica seja fator limitante na implantação e manutenção de sistemas de informações (Paulino & Carneiro, 1998).

Várias modalidades de levantamentos topográficos em áreas urbanas, públicas ou particulares, dependem de uma rede de referência cadastral municipal. Entre essas atividades, o cadastro urbano municipal é o que mais se beneficia desse tipo de rede. Todo administrador ou planejador público precisa dispor de informações cadastrais confiáveis e atualizadas como suporte de suas decisões, em quantidade maior ou menor, em função da densidade populacional e do estágio de desenvolvimento de sua cidade.

O cadastro urbano é, em essência, constituído por

um binômio: representado, de um lado, pelas informações espaciais tais como pontos, retas e polígonos contidos nos mapas e nas plantas cadastrais da cidade; e do outro, por informações alfanuméricas, extraídas de bancos de dados cadastrais, tais como: informações sobre proprietários de bens imobiliários, tipos de construções e outras, de relevância para o cadastro municipal. Mesmo em regiões economicamente menos favorecidas é desejável que as informações espaciais sejam referenciadas a uma rede de pontos de apoio imediato que estejam referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Essa rede de pontos de apoio imediato é denominada, pela NBR-14.166, de Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através do Procedimento NBR-14.166 de 1998, estabelece que uma rede de referência cadastral municipal deve compatibilizar os procedimentos para sistematização de todos os levantamentos topográficos e cadastrais realizados nos municípios brasileiros. Até a criação desse procedimento, as normas cartográficas nacionais não abrangiam, de forma explícita, os municípios. Tal procedimento possibilita aos municípios brasileiros implantarem e manterem uma infra-estrutura cartográfica urbana capaz de georeferenciar todas as atividades geodésicas e topográficas ao sistema de referência

nacional. A NBR-14.166, além de contemplar os métodos clássicos de levantamentos geodésicos, como a triangulação, a trilateração e a poligonização, ou mesmo a aerofotogrametria, também, oferece suporte aos métodos de levantamentos modernos, como os que usam o posicionamento por satélites artificiais do sistema NAVSTAR/GPS. Este sistema será designado, neste texto, pelo termo sistema GPS ou simplesmente pela sigla GPS. Além disso, a NBR-14.166 descreve em detalhes os procedimentos básicos para implantação e realização da RRCM, que dá apoio às atividades cadastrais dos municípios e aos levantamentos destinados à cartografia sistemática, usualmente representados em projeção UTM, e também presta suporte àquelas atividades do dia-a-dia das diversas especializações da engenharia, as quais geralmente precisam de coordenadas no plano topográfico local.

Segundo Idoeta et al. (2000), a implantação de uma rede de referência cadastral é de fundamental importância aos municípios para que estes direcionem o crescimento da cidade de forma mais organizada, possibilitando-os projetar a captação de novos investimentos para o desenvolvimento da região, melhorar a classificação do zoneamento de imóveis urbanos, e facilitar o cadastramento de imóveis tanto urbanos como rurais, entre outras vantagens.

Ainda para Idoeta et al. (2000), alguns problemas encontrados, devido à ausência de uma rede de referência cadastral são:

- o Cadastro Imobiliário Municipal em geral não é amarrado a uma rede de vértices e como consequência a propagação de erros é constantes;
- o Registro de Imóveis por sua vez efetua a matrícula das propriedades urbanas e rurais apenas por sua descrição literal (escritura) sem vínculo geográfico;
- a maioria dos conflitos de terras são discussões sobre divisas, devido a inexistência de uma vinculação geográfica, resultando em milhares de processos que tramitam nos fóruns.

Diante da importância de uma rede de referência cadastral, e da necessidade de qualificar os dados coletados nos levantamentos cadastrais, usados como base para Sistema de Informações Geográficas (SIG) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), é implantada no ano de 2007 pelo Colégio Politécnico da UFSM uma rede de referência cadastral no Campus Universitário, disponibilizando desta forma, uma rede de marcos que servirá de suporte para trabalhos de engenharia, bem como, pesquisas acadêmicas na área de Geomática.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Descrição do local

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) está localizada no centro geográfico do estado do Rio Grande do Sul, na latitude 29°42'39"S e longitude de

53°43'00"W (Marco IBGE - n° SAT 91.947), distante cerca de 290 km por terra de Porto Alegre. O Campus Universitário da UFSM possui uma área urbana de 533,22 hectares.

### 2.2 Planejamento e implantação da rede de marcos

O projeto e implantação da rede de marcos obedeceram aos critérios técnicos definidos pela ABNT (NBR-14.166) e pelo IBGE, para tanto, procedeu-se um planejamento de posições estratégicas para colocação dos marcos geodésicos, realizando-se um levantamento fotográfico prévio dos locais de interesse, onde seriam implantados os referidos marcos. Nesta fase a equipe do projeto contou com a acessória dos funcionários e técnicos da Prefeitura da Cidade Universitária responsáveis pelos seguintes setores: Instalações Elétricas, Hidráulicas e Lógicas, os quais analisaram os possíveis conflitos de perfuração do solo para a implantação dos marcos, para que não houvesse nenhum dano nas instalações citadas à cima.

Para a escolha dos locais de implantação dos marcos geodésicos foram levados em consideração os parâmetros da ABNT, além de observados os seguintes critérios.

- implantação em áreas do Campus da UFSM já consolidadas (que não sofreriam mudanças) e com terreno firme e estável, sendo evitados locais próximos a espelhos d'água, córregos e barragens;
- foram privilegiados locais que oportunizassem pontos com as melhores visadas, considerando o uso de metodologia clássica de levantamento topográfico, de modo que cada marco visasse pelo menos outros dois; e
- foram na medida do possível evitados locais próximos a linhas de transmissão de alta tensão, árvores e de vegetação densa, pois representam fontes de interferência para os sinais GPS.

Desta forma, foi previsto um número maior de marcos geodésicos nas áreas mais urbanizadas do Campus, de modo, a facilitar o cadastramento dos elementos de interesse, que nestes locais são em maior quantidade. Também foi aproveitado o sentido das ruas, criando assim um eixo principal pela Avenida de acesso a UFSM, o qual teve início em um marco do IBGE (Estação Planimétrica n° SAT 91.947 e RN n° 1792H) localizado próximo ao arco de entrada da UFSM, a partir deste eixo foram feitas ramificações para melhorar a densificação da rede de marcos, de modo a se obter uma boa distribuição da rede e assim facilitar o apoio dos futuros levantamentos topográficos. Com isso, se chegou a um total de 36 marcos que deveriam ser colocados no Campus da UFSM, sendo 34 deles na área principal e 2 na denominada área nova da UFSM.

Seguindo a orientação da normativa do IBGE no tocante a marcos geodésicos, foram adotados o tamanho e modelo de marco por ela proposto, bem como a chapa de bronze, porém está foi personalizada com o logotipo do Projeto SIG-UFSM e do Colégio Politécnico da UFSM.

Também foram adotados os padrões construtivos para os marcos descritos nesta normativa.

A etapa de colocação dos marcos de concreto para formação da rede de referência cadastral da UFSM, ocorreu no mês de outubro de 2007 e contou com a ajuda dos funcionários da Prefeitura da Cidade Universitária, que foram responsáveis pela perfuração e concretagem dos marcos no solo. A seguir podemos visualizar um exemplo de marco implantado (Figura 1) e a configuração final da rede de referência cadastral da UFSM (Figura 2).



Figura 1 – Foto panorâmica do marco M031, situado próximo ao Planetário da UFSM.

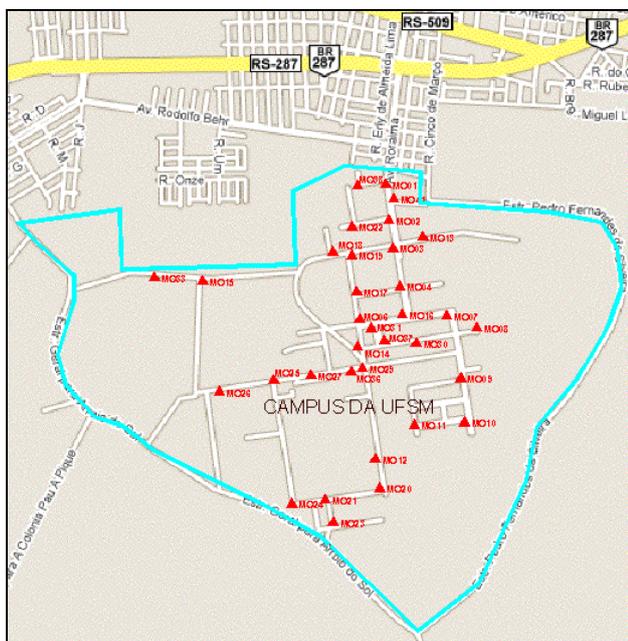


Figura 2 – Distribuição dos marcos do Campus da UFSM.

### 2.3 Determinação das coordenadas dos marcos

Depois de realizada a colocação de todos os marcos, o próximo passo foi determinar as coordenadas de cada marco. Para isso, opto-se pela utilização de duas metodologias descritas na NBR-14.166, a primeira delas o emprego de receptores GPS, e a segunda o método clássico de topografia com uso de um taqueômetro

eletrônico. Assim procedemos, pois tínhamos o interesse de comparar as vantagens e desvantagens de cada metodologia, bem como, verificar possíveis erros de coordenadas cometidos por um ou outro levantamento.

**Através de receptores GPS:** Estão situadas na área do Campus da UFSM duas estações SAT homologadas pelo IBGE, sendo uma ativa denominada SMAR (estação SAT 92.013) pertencente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), situada sobre o prédio do Centro de Ciências Rurais. Desta forma, utilizou-se dois receptores GPS de uma frequência, marca Ashtech e modelo Promark 2, com precisão horizontal indicada pelo fabricante de 5 mm nas coordenadas, os quais observaram a fase da portadora L1, adequada para soluções estatísticas de posicionamento em bases curtas, como é o caso em questão. As observações foram realizadas pelo método diferencial estático com pelo menos duas horas de observações simultâneas e seqüenciais, definindo-se assim um número mínimo de vetores independentes por ponto. Sendo tomados os seguintes cuidados:

As antenas dos receptores foram instaladas sempre com a mesma orientação (norte geográfico), visando minimizar o erro de deslocamento do centro de fase.

A altura da antena foi medida no começo e no fim de cada rastreamento e com precisão de  $\pm 2$ mm.

Durante o rastreamento observou-se o número mínimo de 6 satélites.

Para o pós-processamento dos dados levantados a campo com os receptores GPS, foram baixados os arquivos *Rinex* da estação SMAR, disponível aos usuários em [www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia/rbmc](http://www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia/rbmc), bem como, as efemérides precisas disponibilizadas em [www.igsb.jpl.nasa.gov](http://www.igsb.jpl.nasa.gov), a qual foi utilizada como base, sendo um dos pontos de injeção da rede, e o outro ponto de injeção o marco do IBGE (estação SAT 91.947). A título de comparação foi realizado o pós-processamento dos dados em três *softwares* comerciais: Ashetch Solutions, Topcon Tools e Sprectum Survey.

**Com o uso de estação total:** A norma técnica NBR-14.166, ao citar o uso de métodos topográficos para determinação das coordenadas dos pontos de apoio de uma rede de referência cadastral, se remete a NBR-13.133, responsável por normatizar as operações topográficas. Sendo assim, procurou-se seguir o proposto pela NBR-13.133 no que tange a execução de levantamentos topográficos, utilizando poligonais de alta precisão (poligonais do tipo IP) para apoio geodésico e implantação de redes de referência cadastral, a qual diz que à medida dos ângulos deve ser feita pelo método das direções com três séries de leituras conjugadas direta e inversa, horizontal e vertical, com o uso de teodolito classe 3 (alta precisão angular  $\leq 2''$ ), e que as distâncias lineares serão medidas através de leituras recíprocas (vante e ré) com distanciômetro eletrônico classe 2 e correção de temperatura e pressão.

A poligonal topográfica foi desenvolvida em apenas 25 dos 36 marcos inicialmente ocupados por receptores GPS, pois não havia intervisibilidade com

alguns marcos colocados em áreas mais distantes do Campus da UFSM. De outro modo, com o intuito de verificar a possibilidade de uso de um instrumental de média precisão angular, foi utilizado para o levantamento dos dados da poligonal um taqueômetro eletrônico da marca Leica e modelo TC 407, com 7" de precisão angular. O pós-processamento e ajustamento da poligonal topográfica foi realizado pelos *softwares* comerciais Posição 2004 e TopoEVN 6, este último, realiza ajustamento pelo método dos mínimos quadrados.

#### 2.4 Determinação das altitudes ortométricas

Outra importante etapa do trabalho foi a determinação das altitudes ortométricas dos marcos. Para isso, foi realizado um nivelamento geométrico, utilizando um nível digital marca Leica e modelo Sprinter 100 M, que oferece uma precisão de 2mm por quilômetro de duplo nivelamento (nivelamento e contra nivelamento), classificado como de alta precisão pela NBR-13.133. O levantamento altimétrico dos marcos foi realizado no mês de janeiro de 2008, sendo dividido e desenvolvido em seções de nivelamento e contra nivelamento.

A primeira seção apresentou uma extensão de 2.363m, sendo dividida em duas partes para melhor execução dos trabalhos. A primeira parte teve início no marco geodésico do IBGE (Estação SAT n° 91.947), o qual também é o RN 1792 H com altitude ortométrica de 85,758m, situado próximo ao arco de entrada do Campus da UFSM. Este trecho desenvolveu-se pela Avenida principal passando pelos marcos M001, M041, M002, M003, M004 e M005. Logo após, foi executado o contra nivelamento do mesmo trecho, partindo de M005 até o marco do IBGE (RN 1792 H). No complemento da primeira seção de nivelamento, partiu-se do marco M005 passando pelos marcos M031, M006, M014, M029, M036, M027, M025 até o M026, sendo após executado o contra nivelamento do mesmo trecho. Também foi necessário executar o nivelamento e contra nivelamento em trechos adjacentes a primeira seção, como forma de determinar as altitudes dos marcos próximos a esta seção.

Já a segunda seção de nivelamento teve uma extensão de 2.174m, partindo do marco M025 e passando pelos marcos M024, M021, M023, M020, M012, M029 e M036, sendo após executado o contra nivelamento da seção. Da mesma forma, uma terceira seção de nivelamento com extensão de 1.264m foi realizada partindo do marco M005 e passando pelos marcos M007, M008, M009, M010 até chegar ao marco M011, do mesmo modo, que as seções anteriores foi executado o contra nivelamento.

As leituras foram realizadas em uma mira com código de barras, a qual foi acoplada um nível de cantoneira para garantir a sua verticalidade. Também foi utilizado uma sapata como base para a mira nas leituras intermediárias e de mudança entre os marcos.

O registro dos dados medidos a campo foram feitos na memória interna do nível Sprinter 100 M e também anotados em uma planilha própria para

nivelamento geométrico, devido ao *software* disponível no aparelho não diferenciar o tipo de leitura feita (de ré ou de vante).

Durante o período em que foi realizado este trabalho de nivelamento, foram feitas várias calibrações no nível digital para garantir que houvesse precisão nas leituras, já que o período registrou temperaturas muito altas o que poderia influenciar nas medidas tomadas com esse aparelho.

O cálculo do nivelamento foi executado em uma planilha eletrônica, na qual foram determinados os desníveis entre os pontos, sendo após, realizado o ajustamento do nivelamento. Para isto, utilizou-se o *software* Ajustável - Ajustamento em Rede de Nivelamento desenvolvido pela Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT/UNESP), disponível na *home page* <http://gege.prudente.unesp.br>, no qual foram digitadas as distâncias e os desníveis entre os pontos da primeira seção nivelada e contra nivelada, bem como, a altitude de 85,758m (RN 1792 H do IBGE) como injeção no cálculo. Resultando valores de altitudes ajustadas e desvio padrão de cada ponto, sendo também verificada a qualidade do ajustamento pelo Teste do Qui-Quadrado. Mediante o ajustamento da primeira seção, passou-se a ajustar as demais seções, de modo, a se obter o ajustamento das altitudes ortométricas de todos os marcos.

#### 2.5 Apresentação dos dados

As coordenadas de cada estação serão apresentadas na forma geodésica (Latitude e Longitude) e na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000), conforme parâmetros contidos na Resolução PR n° 01 no IBGE de 25 de fevereiro de 2005.

O relatório de cada estação conterà também, as altitudes ortométricas em relação ao Datum vertical Imbituba – SC.

### 3 RESULTADOS

Com relação, ao pós-processamento dos dados obtidos pelos receptores GPS, foram utilizados três *softwares* comerciais, que apresentaram resultados muito próximos, ou seja, não houve diferenças significativas de coordenadas e desvio padrão das posições calculadas pelos diferentes programas utilizados.

Sendo assim, optou-se pela utilização dos dados gerados pelo *software* Ashetch Solutions, uma vez que este é desenvolvido pelo mesmo fabricante dos receptores GPS utilizados.

Os vetores processados e toda a rede de marcos foram posteriormente ajustados pelo próprio *software* Ashetch Solutions, sendo a qualidade do ajustamento verificada pelo Teste de Tau.

A seguir podemos visualizar o mapa da rede de marcos com os seus vetores independentes formando uma rede de triângulos (Figura 3).

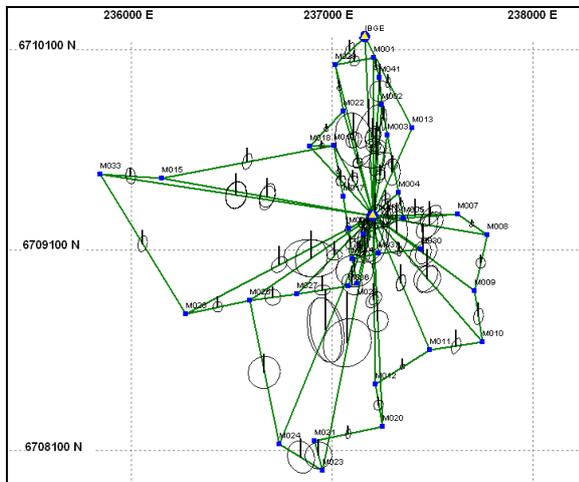


Figura 3 – Visualização da rede de marcos processada pelo software Ashetch Solutions.

A Tabela 1 apresenta as coordenadas UTM dos marcos geodésicos da rede de referencia cadastral da área urbanizada do campus da UFSM.

Tabela 1 – Coordenadas UTM (SIRGAS2000) dos marcos ajustadas pelo software Ashetch Solutions.

Marco	E (m)	$\sigma$ (m)	N (m)	$\sigma$ (m)
M001	237206,675	0,008	6710058,154	0,009
M002	237249,701	0,007	6709825,027	0,009
M003	237277,538	0,006	6709673,807	0,006
M004	237332,580	0,005	6709384,462	0,006
M006	237083,656	0,005	6709206,157	0,005
M007	237625,652	0,009	6709280,231	0,009
M008	237774,093	0,009	6709174,868	0,009
M009	237710,659	0,008	6708898,260	0,011
M010	237748,210	0,008	6708640,099	0,012
M011	237485,508	0,007	6708603,701	0,010
M012	237215,213	0,008	6708428,990	0,010
M013	237401,112	0,006	6709707,573	0,009
M014	237099,074	0,004	6709054,204	0,004
M015	236153,024	0,011	6709457,278	0,013
M016	237353,917	0,008	6709258,969	0,010
M017	237058,843	0,004	6709364,634	0,005
M018	236891,111	0,005	6709615,708	0,006
M019	237007,190	0,004	6709621,504	0,006
M020	237252,050	0,010	6708218,761	0,012
M021	236913,759	0,013	6708147,801	0,012
M022	237057,047	0,005	6709792,365	0,007
M023	236952,915	0,019	6708002,838	0,022
M024	236737,985	0,023	6708130,780	0,028
M025	236592,956	0,014	6708849,815	0,013
M026	236273,204	0,014	6708779,513	0,013

M027	236826,842	0,010	6708880,962	0,008
M028	234980,378	0,030	6708425,180	0,026
M029	237123,54	0,014	6708932,049	0,011
M030	237442,142	0,010	6709104,272	0,014
M031	237155,758	0,004	6709177,592	0,004
M033	235844,602	0,014	6709479,808	0,015
M034	233519,065	0,046	6708216,626	0,034
M036	237080,566	0,006	6708921,770	0,006
M037	237231,003	0,007	6709084,601	0,009
M038	237016,183	0,006	6710023,993	0,008
M041	237234,994	0,008	6709960,900	0,008

Já para a poligonal topográfica levantada com taqueômetro eletrônico o processamento das observações foi realizado pelo software TopoEVN 6, que obteve os seguintes parâmetros de fechamento da poligonal (Tabela 2).

Tabela 2 – Erros de fechamento da poligonal

Erro angular permitido	$\pm 0^{\circ}00'36''$
Erro angular obtido	$-0^{\circ}00'06,8''$
Delta X	-0,0477
Delta Y	-0,0014
Erro linear absoluto	0,0477 m
Erro linear relativo	1/124.120, 6910 m
Perímetro	5919,1302 m

O software também realizou o ajustamento da poligonal topográfica pelo método dos mínimos quadrados, gerando entre outros produtos as elipses de erro de cada vértice, que são mostradas na Figura 4. Ou seja, depois de ajustar a poligonal, os desvios-padrão estimados nas coordenadas de um vértice ajustado podem ser calculados pelos elementos de sua matriz co-variância. Estes desvios fornecem estimativas de erros nas direções dos eixos x e y que graficamente determinam os semi-eixos das elipses (Sx e Sy, ou Su e Sv). Deste modo, as elipses de erro representam a projeção ortogonal da distribuição tridimensional de probabilidade nos eixos de referência x e y, para cada um dos vértices da poligonal.

Também foi utilizado o mesmo software para transformar as coordenadas cartesianas locais em coordenadas geodésicas, e posteriormente em UTM. Após foi efetuado a comparação com as mesmas obtidas por metodologia GPS.

A Tabela 3 mostra as coordenadas obtidas com estação total e as diferenças entre estas e as obtidas com GPS.

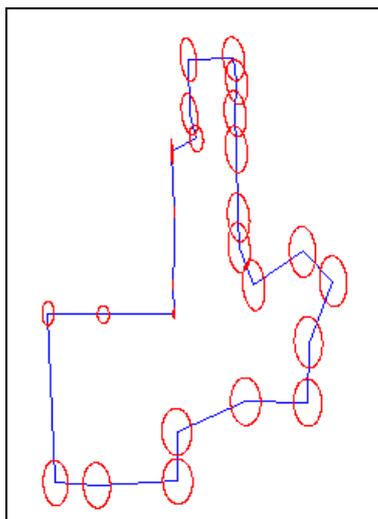


Figura 4 – Elipses de erro para cada vértice da poligonal topográfica determinadas pelo software TopoEVN 6.

Tabela 3 – Coordenadas UTM obtidas por Estação total e sua diferença para as determinadas por receptor GPS.

Marco	E (m)	$\Delta  E $	N (m)	$\Delta  N $
M001	237206,677	0,002	6710058,145	0,009
M002	237249,688	0,013	6709825,037	0,010
M003	237277,544	0,006	6709673,814	0,007
M004	237332,573	0,007	6709384,462	0,000
M006	237083,664	0,008	6709206,152	0,005
M007	237625,648	0,004	6709280,249	0,018
M008	237774,112	0,019	6709174,866	0,002
M009	237710,668	0,009	6708898,257	0,003
M010	237748,213	0,003	6708640,081	0,018
M011	237485,521	0,013	6708603,690	0,011
M012	237215,223	0,010	6708428,991	0,001
M014	237099,079	0,005	6709054,203	0,001
M017	237058,854	0,011	6709364,641	0,007
M018	236891,115	0,004	6709615,710	0,002
M019	237007,190	0,000	6709621,518	0,014
M020	237252,064	0,014	6708218,755	0,006
M022	237057,046	0,001	6709792,382	0,017
M023	236952,949	0,034	6708002,828	0,010
M024	236738,030	0,045	6708130,762	0,019
M025	236592,956	0,000	6708849,796	0,019
M026	236273,193	0,011	6708779,482	0,031
M027	236826,855	0,013	6708880,943	0,019
M029	237123,560	0,020	6708932,008	0,041
M030	237442,150	0,008	6709104,273	0,001
M038	237016,170	0,014	6710024,003	0,010
M041	237235,003	0,009	6709960,905	0,005

O ajustamento do nivelamento geométrico foi realizado do software Ajustável, sendo aceito pelo teste do Qui-Quadrado com um grau de confiança de 95%, gerando os seguintes resultados apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 – Altitudes ortométricas dos marcos.

Marco	Altitude ortométrica (m)	Desvio padrão
M001	85,2854	0,0006
M002	88,4317	0,0012
M003	87,8372	0,0014
M004	86,4339	0,0017
M006	91,3677	0,0021
M007	82,1145	0,0021
M008	87,4150	0,0023
M009	92,7272	0,0025
M010	92,5499	0,0027
M011	97,2252	0,0029
M012	99,1250	0,0024
M013	82,2024	0,0015
M014	93,8116	0,0023
M015	106,7813	0,0030
M016	89,6565	0,0020
M017	83,9618	0,0023
M018	91,7551	0,0018
M019	88,4451	0,0017
M020	101,8447	0,0026
M021	106,2046	0,0027
M022	90,3971	0,0014
M023	109,0658	0,0031
M024	105,7258	0,0026
M025	95,7294	0,0028
M026	91,1483	0,0030
M027	97,0461	0,0026
M029	94,1143	0,0024
M030	87,2581	0,0023
M031	92,0334	0,0021
M033	112,9223	0,0034
M036	95,2658	0,0024
M037	91,4091	0,0022
M038	87,9679	0,0011
M041	85,8504	0,0009

Os relatórios das estações, o mapa de localização dos marcos e demais informações sobre este trabalho e o SIG-UFSM estão disponíveis na *home page* [www.politecnico.ufsm.br/geomatica](http://www.politecnico.ufsm.br/geomatica).

#### 4 CONCLUSÕES

A Rede de Referência Cadastral da Universidade Federal de Santa Maria foi implantada com propósito de qualificar a geoinformação, sendo a base para o Sistema de Informações Geográficas proposto para a instituição. Mas passados alguns meses de sua materialização fica evidente a sua importância para as atividades de engenharia, ensino e pesquisa, uma vez que a mesma é usada regularmente pela comunidade universitária.

Além disso, cabe salientar alguns aspectos importantes, que foram constatados no desenvolvimento deste trabalho, tais como:

- Foi possível alcançar a precisão requerida para o fechamento de poligonais IP, utilizando uma estação total de média precisão angular (sete segundos); observa-se, no entanto que para que isso ocorra devem ser seguidos os cuidados descritos na NBR-13.133.

- Não ocorreu diferença superior a 5 cm nas coordenadas dos marcos obtidas por estação total, quando comparadas as determinadas por tecnologia GPS.

- Tanto os resultados obtidos por tecnologia GPS, quanto os obtidos por topografia convencional, mostraram precisão condizente com as normas técnicas.

Uma vez que a Universidade Federal de Santa Maria é tida como um referencial na área de educação, pesquisa e extensão, espera-se que este trabalho contribua para aumentar a conscientização na região sobre a importância e os benefícios de se implantar uma Rede de Referência Cadastral, já que são poucos os municípios do estado que possuem rede cadastral.

## AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo agradecem a Direção do Colégio Politécnico da UFSM, aos funcionários da Prefeitura da Cidade Universitária, bem como aos alunos do Curso Técnico em Geomática (entre os quais queremos citar: João Henrique Quoos, Kelly Taline, Marcorelli Rebello, Pablo Fernandes e Sidiano Stefanello) pelo apoio dispensado, sem o qual não seria possível a conclusão dos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994. 35p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14166: Rede de referência cadastral municipal - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998. 23p.

CARNEIRO, A. F. T.; LOCH, C. **Análise do cadastro imobiliário de algumas cidades brasileiras**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 4. Florianópolis, 2000. **Anais** (CD ROM). Florianópolis.

IBGE. **Especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos**. Resolução PR n.º.22 de 21.07.1983.

IBGE. **Padronização de marcos geodésicos**. Disponível em <[www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia](http://www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia)> Acesso: 10 outubro 2007.

IDOETA, I.; GAMA, M.; (2000). **Implantação de uma rede de referência cadastral urbana e rural**. Disponível

<<http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/Conea7/575>> Acesso: 10 outubro 2007.

PAULINO, L.A.; CARNEIRO, A. F. T.; (1998). **Base de dados gráficos para sistemas de informações geográficas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 3. Florianópolis, 1998. **Anais** (CD ROM). Florianópolis.