

IMPLANTAÇÃO DE REDE GEODÉSICA E AVALIAÇÃO DE MODELOS GEODAIS NA APLICAÇÃO DO NIVELAMENTO POR SATÉLITES NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Bolsista: Tiago Cavagnoli Severo
tiagofee@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Florêncio de Souza

INTRODUÇÃO

A determinação da altitude ortométrica, imprescindível em várias atividades cotidianas (mapeamento, distribuição de água, saneamento, planejamento urbano, etc), praticamente não evoluiu durante um século e, até bem pouco tempo não havia alternativa para se evitar os inconvenientes da morosidade e do custo elevado do nivelamento clássico.

Atualmente, nas atividades mencionadas, é possível substituir os métodos tradicionais pelo uso do GPS (Global Positioning System) combinado com alturas geoidais obtidas a partir de modelos de alta resolução. Esta técnica pode ser utilizada tanto no aprimoramento do geóide como no apoio básico local. Isso vem sendo colocada em prática no Estado do Rio Grande do Sul, através de um projeto financiado pelo CNPQ.

DADOS

Os dados utilizados nessa pesquisas são os seguintes:

- referências de nível (RRNN), pertencentes à Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP), implantada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística);
- estações GPS pertencentes à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do IBGE;
- o modelo do geopotencial EGM2008 e os geóides gravimétricos MAPGEO2004 e GGAS.

OBJETIVOS

Os modelos geoidais são a principal fonte de erro na determinação da altitude ortométrica pelo método de nivelamento GPS, dessa forma, o objetivo deste trabalho são:

- implantação de um rede geodésica no estado do Rio Grande do Sul;
- avaliação da eficiência de modelos do geopotencial e geóides gravimétricos regionais na determinação da altitude ortométrica no estado do Rio Grande do Sul.

METODOLOGIA

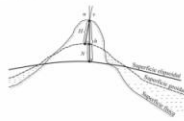
A metodologia deste trabalho consistiu no rastreamento de dados GPS com receptor topográfico sobre 35 RRNN ou sobre suas excêntricas, nos locais onde a posição das RRNN originais obstruía a recepção do sinal GPS.

Posteriormente efetuou-se o processamento dos dados e o ajustamento da rede, utilizando as coordenadas das estações da RBMC citadas anteriormente.

Dessa forma, foram obtidas altitudes geométricas (h) de cada RRNN. Então estas foram utilizadas na avaliação do geóide, que será apresentada a seguir.

A altitude ortométrica (H) pode ser expressa em termos da altitude geométrica (h) e altura geoidal (N) pela fórmula:

$$H \approx h - N$$



Desta forma, foram determinadas alturas geoidais a partir do rastreamento GPS, que fornece a altitude geométrica (h), sobre referências de nível (RNs), a qual possuem altitude ortométrica vinculada.

$$N_{GPS} \approx h_{GPS} - H_{RN}$$



Os valores de alturas geoidais obtidas do levantamento das estações GPS são comparados de forma absoluta com as alturas geoidais advinda dos modelos geoidais. Dessa forma foram avaliados o modelo do geopotencial EGM2008 e os geóides gravimétricos MAPGEO2004 e GGAS.

A figura abaixo apresenta a distribuição geográfica dos municípios em que foram ocupadas as RRNN.

Distribuição geográfica das RNs utilizadas:



RESULTADOS

Os resultados obtidos no projeto para a implantação da rede GPS no estado do Rio Grande do Sul, serão apresentados em forma de tabela.

As coordenadas ajustadas e os respectivos desvios padrões (σ), já transformados em coordenadas geodésicas, que resultaram do ajustamento da rede GPS são apresentados na tabela 1 (latitude, longitude e altitude geométrica - h). Também são apresentadas na tabela a altitude ortométrica (H) e a altitude ortométrica excêntrica das RRNN (H-EXC).

Município	RN	H (m)	H (EXC) (m)	LATITUDE	σ (m)	LONGITUDE	σ (m)	h (m)	σ (m)
Arvorezinha	075811	186,2011	185,0219	30° 02' 28,8190" S	0,010	51° 41' 41,2200" W	0,022	182,347	0,022
Encruzilhada do Sul	2107V	430,5519	429,4338	30° 02' 35,5410" S	0,020	52° 31' 25,4670" W	0,021	426,758	0,019
Caraguatatuba	1889V	403,2787	402,4627	31° 23' 52,1990" S	0,072	50° 40' 38,9370" W	0,07	412,078	0,086
Cambará	2115J	81,4158	79,3288	40° 11' 02,2220" S	0,024	51° 44' 30,2810" W	0,021	80,143	0,024
Rio Grande	18410	4,9158	4,8406	32° 10' 48,7910" S	0,08	52° 09' 52,0220" W	0,081	13,424	0,073
Arreio Branco	18560	20,4566	20,2108	32° 14' 25,3180" S	0,047	53° 04' 38,3440" W	0,041	20,091	0,076
Primeiro de Maio	19588	421,4017	421,4017	31° 34' 20,2420" S	0,076	52° 20' 18,4920" W	0,075	420,231	0,080
Boqueirão	18686	300,3434	311,19	34,84770" S	0,067	54° 09' 21,3340" W	0,078	213,603	0,082
Itaó	1848C	443,3713	387,58	32,07920" S	0,081	54° 40' 30,4500" W	0,08	198,857	0,074
Lupatins	18414	218,1413	218,3300	30° 53' 48,0124" S	0,065	53° 52' 00,8140" W	0,06	211,887	0,111
Pinheiro do Sul	1808P	128,9088	128,9078	30° 10' 20,9660" S	0,047	54° 04' 00,2020" W	0,048	127,723	0,048
São Gabriel	1844C	121,949	119,381	30° 20' 48,8217" S	0,042	54° 17' 39,8890" W	0,045	110,837	0,041
Capão do Sul	17910	427,1173	426,0583	30° 30' 56,1742" S	0,059	53° 20' 08,1310" W	0,054	427,480	0,041
Santa Maria	17094	80,2174	79,42	29,46420" S	0,051	53° 40' 10,9700" W	0,05	80,203	0,043
Santiago	1827A	423,0307	422,8177	29° 11' 29,6880" S	0,044	54° 51' 08,1880" W	0,048	422,448	0,050
Alvoreza	1824Z	104,4847	104,0037	29° 47' 17,7424" S	0,056	53° 47' 50,8880" W	0,055	114,798	0,105
Chaparrão	18488	114,1077	113,0447	30° 03' 07,8400" S	0,038	50° 07' 08,7480" W	0,038	112,970	0,118
Uruguaiana	0201C	74,1750	73,8005	29° 49' 22,2910" S	0,101	57° 00' 14,3084" W	0,108	88,005	0,114
Rei	1823T	84,0274	83,8384	29° 08' 22,8970" S	0,113	58° 50' 16,1430" W	0,120	76,482	0,111
São Roque	0202B	93,6148	92,7129	29° 30' 38,6040" S	0,048	50° 02' 22,8010" W	0,048	90,233	0,047
São Luís Gonzaga	1817N	217,0319	217,2000	29° 24' 31,0560" S	0,050	54° 57' 00,3780" W	0,078	206,700	0,111
Rio Luján	1814M	133,1302	132,5712	27° 51' 10,8220" S	0,164	55° 01' 10,2680" W	0,128	141,1	0,118
Terra de São	0203D	368,2058	368,5485	27° 46' 48,6130" S	0,050	54° 18' 00,2240" W	0,110	370,780	0,118
Itaó	1824S	330,5722	327,8262	29° 08' 50,2860" S	0,053	54° 07' 17,0380" W	0,058	246,055	0,081
Cruz Alta	1818R	471,2085	468,38	28° 38' 08,3080" S	0,042	53° 38' 48,9820" W	0,051	479,857	0,052
Alto do Capão	18210	528,3033	528,12	41,18984" S	0,019	55° 40' 58,0200" W	0,02	517,874	0,027
Candelária	17970	494,8008	49,2018	29° 40' 20,8880" S	0,038	52° 47' 02,9110" W	0,04	212,274	0,043
Esmeralda	1701F	385,4047	382,0307	28° 43' 23,8930" S	0,043	52° 40' 41,8860" W	0,043	385,45	0,050
P. Washington	18050	548,0368	548,2018	27° 21' 20,6970" S	0,027	53° 20' 47,6180" W	0,028	550,844	0,020
Frederico	1430P	197,8814	197,7264	27° 30' 00,2920" S	0,038	51° 10' 27,9070" W	0,039	194,948	0,043
Barão	1430P	543,9148	542,3328	27° 40' 22,4010" S	0,037	51° 20' 44,4230" W	0,038	542,818	0,031
Lagoa Vermelha	1701V	819,0171	815,0031	28° 12' 26,0200" S	0,046	51° 21' 13,0120" W	0,048	822,978	0,076
Caçua	17054	198,0763	198,0633	29° 32' 40,0000" S	0,038	51° 07' 42,1040" W	0,038	198,068	0,023
Campana	18058	605,8784	605,8024	28° 18' 40,1451" S	0,051	52° 36' 36,8600" W	0,051	614,421	0,074
Lajeado	1806L	87,8056	87,2000	29° 27' 40,8180" S	0,050	51° 57' 27,3740" W	0,06	83,992	0,051

A avaliação absoluta dos modelos em termos de alturas geoidais geraram componentes sistemáticas médias de:

- EGM2008 \Rightarrow 7,9 cm
- MAPGEO \Rightarrow 23,4 cm
- GGAS \Rightarrow 5,4 cm

CONCLUSÕES

A implantação da Rede GPS no Estado do Rio Grande do Sul trará vários benefícios aos usuários do GPS, principalmente aos que atuam nessa região. Além da avaliação de vários modelos geoidais, determinados através da colocação por mínimos quadrados, Stokes, ou outras metodologias, as estações da rede podem ser usadas em outras aplicações como apoio básico nos levantamentos com receptores GPS de uma frequência.

Os resultados mostraram que os modelos geoidais avaliados são compatíveis para aplicações de nivelamento nas escalas menores que 1:5000 para a área de estudo.

REFERÊNCIAS

- CASTRO, A.L.P. "Nivelamento através do GPS: Avaliação e Proposição de Estratégias"
GOLDANI, D.; GENRO, R. S.; SALOMONI, R.; MAGRO, F. H. S. "Determinação de Um Modelo Geoidal Local para o município de Porto Alegre"