



Práticas com o gravímetro Scintrex CG3 no campus do Vale da UFRGS

Carolina Collischonn, UFRGS
Elen Marten de Lima, UFRGS
Robson dos Santos Aquino, UFRGS

Copyright 2014, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VI Simpósio Brasileiro de Geofísica, Porto Alegre, 14 a 16 de outubro de 2014. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VISimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

A partir de medições realizadas com gravímetro Scintrex CG-3 em duas estações pertencentes à Rede Gravimétrica e Rede Altimétrica do IBGE foram obtidos os valores de Gravidade, Correção Ar-Livre e Correção Bouguer. Ambas as estações, por fazerem parte da Rede Gravimétrica, possuem esses dados gravimétricos calculados pelo IBGE e disponibilizados nos seus Relatórios. Os resultados obtidos a partir do processamento dos dados medidos são comparados aos dados gravimétricos das estações constantes nos Relatórios de Estação do IBGE. Na comparação é verificada diferença nula para a Gravidade. Com relação à Correção Bouguer e Ar-Livre a diferença é significativa e semelhante para as duas estações.

Introdução

Em gravimetria a aceleração da gravidade medida necessita de algumas reduções em função dos objetivos. Para reduzir a gravidade observada, na superfície física, ao nível médio dos mares (geoide) introduz-se a correção ar-livre (IAG-USP). Para a obtenção da anomalia ar-livre são necessárias a latitude e a altitude ortométrica do ponto (IAG-USP). A correção de Bouguer corresponde à remoção do efeito das massas topográficas que se encontram acima do geoide. A anomalia de Bouguer é obtida depois da aplicação da correção de Bouguer ao valor da anomalia ar-livre (Miranda, 2006). A determinação de altitudes científicas (ortométricas, normais, etc), requer informação gravimétrica para sua determinação. Por isso, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) executa levantamentos gravimétricos sobre as linhas principais de nivelamento, com a finalidade de auxiliar no cálculo destas altitudes e facilitar a conexão da Rede Altimétrica Brasileira com as Redes dos países vizinhos. As referências de nível (RRNN) 3093F e 3093L pertencentes à Rede Altimétrica do IBGE e a sua Rede Gravimétrica, ou seja, as mesmas possuem altitude ortométrica obtida por nivelamento geométrico com origem no Datum Imbituba e observações gravimétricas. Os dados gravimétricos que constam no Relatório de Estação Geodésica são o valor de Gravidade, Anomalia Bouguer, Anomalia Ar-Livre e Densidade. Além dessas, também consta a data da medição e do cálculo dos dados gravimétricos. Nesse estudo são realizadas as medições com o gravímetro Scintrex CG-3 (figura 1) nas RRNN 3093F e 3093L. A precisão do gravímetro é de 0,005 mGal. Após o processamento dos dados são obtidas as anomalias

Ar-Livre e Bouguer e o valor de Gravidade nas estações.



Figura 1 – Gravímetro Scintrex CG-3 estacionado na RN 3093L.

O aplicativo utilizado para o processamento dos dados de gravimetria foi o Anomalia_M. Nesse aplicativo, os dados de entrada são a data do levantamento, o número de medições, o valor de gravidade, a estação ocupada, os desníveis gravimétricos medidos, a constante do aparelho, a hora e minuto (UT - Universal Time - Tempo Universal) do levantamento, a latitude geodésica (SAD69), a longitude geodésica (SAD69) e a altitude ortométrica (SAD69). Esses dados constam no Relatório das Estações Geodésicas (RRNN), as figuras 2 e 3 mostram os relatórios das estações 3093L e 3093F. Após o processamento obtêm-se o valor de Gravidade, Correção Ar-Livre e Bouguer. Esses resultados são então comparados com os dados das estações que constam no Relatório do IBGE.

Relatório de Estação Geodésica					
Estação:	3093L	Nome da Estação:	3093L		
Município:	PORTO ALEGRE	Tipo:	Estação Altimétrica RN		
Última Visita:	02/09/2013	Situação Marco Principal:	Bom		
Coordenadas:	EQU: 3093789 UF: RS				
DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	30° 04' 23" S	Altitude Ortométrica(m)	63,1424	Gravidade(mGal)	979,268,36
Longitude	51° 02' 11" W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Sigma Gravidade(mGal)	
Origem	GPS Navegação	Sigma Altitude (m)	0,08	Precisão	E +/- 0,05 mGal
A	Data Medição	Datum	Imbituba	Datum	IGRF85
B	Data Cálculo	SAD69	6/11/2003	Data Medição	27/10/2008
C	Data Medição	SAD69	6/11/2003	Data Cálculo	2011/02/11
D	Sigma Longitude(m)		156/0011	Correção Topográfica	
E	Sigma Latitude(m)			Anomalia Bouguer	-18,50
F	Sigma UTM(E)			Anomalia Ar-Livre	-4,14
G	Sigma UTM(N)			Densidade	2,67
H	MC				
I	Latitude	30° 04' 26" S		Gravidade(mGal)	979,268,36
J	Longitude	51° 02' 13" W		Sigma Gravidade(mGal)	
K	Origem	GPS Navegação		Precisão	E +/- 0,05 mGal
L	Data Medição	Transformada		Datum	IGRF85
M	Data Cálculo	SAD69		Data Medição	27/10/2008
N	Data Medição	SAD69		Data Cálculo	2011/02/11
O	Sigma Longitude(m)			Correção Topográfica	
P	Sigma Latitude(m)			Anomalia Bouguer	-18,50
Q	Sigma UTM(E)			Anomalia Ar-Livre	-4,14
R	Sigma UTM(N)			Densidade	2,67
S	MC				

Figura 2 – Relatório da Estação Geodésica 3093L

IBGE Relatório de Estação Geodésica			
Estação:	3093F	Nome da Estação:	3093F
Município:	PORTO ALEGRE	Tipo:	Estação Altimétrica RN
Situação:	27102006	UF:	RS
Conexões:	EG: 8061788	Situação Altimétrica Principal:	Bom
DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS	
Latitude	30° 04' 25" S	Altitude Ortométrica(m)	62,7217
Longitude	51° 07' 30" W	Nivelamento Geométrico	Sigma Gravimétrico(mGal)
Paralelo	GPS Navegação	Delta	0,06
Origem	SAD69	Data Medição	27102006
3 Datum	3093F	Data Cálculo	22110201
4 Data Medição	03/10/2013	Correção Topográfica	-19,53
5 Data Cálculo	03/10/2013	Anomalia Bouguer	-12,07
6 Sigma Latitude(m)	6,872,040	Anomalia Ar-Livre	2,87
7 Sigma Longitude(m)	488,614	Demastado	2,87
8 Sigma Latitude(m)	-0,51		
9 UTM(E)	6872,040		
10 UTM(N)	488,614		
11 MC	-0,51		
Latitude	30° 04' 27" S	Gravidade(mGal)	979,298,39
Longitude	51° 07' 11" W	Sigma Gravimétrico(mGal)	0,06
1 Paralelo	GPS Navegação	Delta	0,06
2 Origem	Transvassada	Data	27102006
3 Datum	SAD69	Data Medição	22110201
4 Data Medição	03/10/2013	Data Cálculo	03/10/2013
5 Data Cálculo	03/10/2013	Correção Topográfica	-19,53
6 Sigma Latitude(m)	6,872,040	Anomalia Bouguer	-12,07
7 Sigma Longitude(m)	488,614	Anomalia Ar-Livre	2,87
8 UTM(E)	6872,040	Demastado	2,87
9 UTM(N)	488,614		
10 MC	-0,51		

Figura 3 – Relatório da Estação Geodésica 3093F

Metodologia

A metodologia consistiu em inicialmente localizar as duas RRNN: 3093F e 3093L. As mesmas se localizam na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Campus do Vale, próximo ao Departamento de Geodésia. As medições com gravímetro foram realizadas em forma de circuito fechado, com duas medidas em cada estação, um no turno da manhã e outro no turno da tarde. O circuito consistiu em medições, primeiramente, sobre a RRNN 3093L (figura 4), duas medições nessa, em seguida duas medições na 3093F e retornou-se na 3093L, onde foram realizadas mais duas medições com o gravímetro.



Figura 4 – RN 3093L.

Fechado esse circuito no turno da manhã, foram realizadas as mesmas medições no turno da tarde. Tomou-se nota dos horários de realização dos levantamentos. Pela manhã iniciou-se o levantamento por volta das dez horas (hora local) e a tarde próximo das quinze horas (hora local) e o levantamento ocorreu no dia 3 de outubro de 2013. Os dados foram processados no aplicativo Anomalia_M. obtendo-se os valores de Gravidade, Correção Ar-Livre e Bouguer. Esses resultados são então comparados com os dados das estações que constam no Relatório do IBGE. Nas figuras 1 e 2 constam os dados gravimétricos das estações, além dos dados planimétricos e altimétricos. Com relação aos dados planimétricos são utilizadas as coordenadas geodésicas (SAD69) das estações como dado de entrada no aplicativo Anomalia_M. Dos dados Altimétricos é necessário o valor de altitude ortométrica das estações como dado de entrada no aplicativo. Os

dados gravimétricos vêm a ser importantes para as análises finais dos resultados obtidos em campo comparados aos dados dos Relatórios. Além desses é importante citar a data de medição e cálculo dos dados gravimétricos. A tabela 1 apresenta essas datas para as estações 3093L e 3093F.

Tabela 1– Datas de medição e cálculo dos dados gravimétricos das estações.

Dado gravimétrico	Relatório do IBGE		Campo
	Estação	Data medição	
3093L	27/10/2006	22/11/2011	03/10/2013
3093F	27/10/2006	22/11/2011	03/10/2013

Resultados

Na figura 5 são mostrados os resultados para o circuito fechado nas RRNN 3093L e 3093F para Gravidade, Correção Ar-Livre e Correção Bouguer, com quatro ou mais medições em cada estação. A partir desses resultados foram geradas médias de valores para cada RRNN e os valores são mostrados na tabela 2.

Estacao	gravidade	free-air	bouguer
3093	979298,360	-11,823	-19,683
3093	979298,345	-11,838	-19,698
309F	979298,356	-12,001	-19,813
309F	979298,336	-12,021	-19,833
3093	979298,311	-11,872	-19,731
3093	979298,312	-11,872	-19,731
3093	979298,427	-11,757	-19,616
3093	979298,415	-11,768	-19,628
309F	979298,427	-11,930	-19,742
309F	979298,405	-11,951	-19,764
3093	979298,377	-11,807	-19,666
3093	979298,360	-11,823	-19,683

Figura 5- resultados no arquivo de saída do aplicativo.

Na tabela 2 verifica-se a média dos resultados para cada RRNN, esses valores são comparados com os valores dos Relatórios das Estações Geodésicas disponibilizados no IBGE e que constam nas figuras 1 (3093L) e 2 (3093F).

Tabela 2–Valores médios de Gravidade, Correção Ar-Livre e Correção Bouguer.

RRNN	Gravidade (mGal)	Correção Ar-Livre (mGal)	Correção Bouguer (mGal)
3093L	979298,355	-11,828	-19,688
3093F	979298,373	-11,984	-19,797

A tabela 3 mostra a diferença encontrada entre os valores contidos no Relatório (figura 1) e o resultado final (tabela 1) para a estação 3093L.

Tabela 3 – Diferença entre valores de Gravidade, Correção Ar-Livre e Correção Bouguer para a RN 3093L

Estação 3093L	Gravidade (mGal)	Correção Ar-Livre (mGal)	Correção Bouguer (mGal)
Relatório	979298,36	-8,14	-15,20
Campo	979298,355	-11,828	-19,688
Diferença	-0,01	-3,69	-4,49

A tabela 4 mostra a diferença encontrada entre os valores contidos no Relatório (figura 2) e o resultado final (tabela 1) para a estação 3093F.

Tabela 4 – Diferença entre valores de Gravidade, Correção Ar-Livre e Correção Bouguer para a RN 3093F

Estação 3093F	Gravidade (mGal)	Correção Ar-Livre (mGal)	Correção Bouguer (mGal)
Relatório	979298,390	-8,31	-15,33
Campo	979298,373	-11,984	-19,797
Diferença	-0,02	-3,67	-4,47

Analisando os valores nas tabelas 3 e 4 verifica-se uma diferença entre os dados do levantamento em campo e os dos relatórios do IBGE (Campo - Relatório) sistemática para Correção Ar-Livre e Bouguer entre os resultados obtidos na atividade de campo (levantamento) e os dados contidos nos Relatórios das Estações do IBGE. A diferença para a estação 3093L em Gravidade é nula. Na mesma estação, analisando a Correção Ar-Livre verifica-se uma diferença em módulo de 3,69 e para Correção Bouguer de 4,49, em módulo. Ambos os valores de Correção são maiores para os resultados do levantamento com o gravímetro (Campo) que os do Relatório do IBGE. A diferença para a Correção Ar-Livre chega a 30% do maior valor, em módulo (Campo), o que pode ser considerado alto, ou seja, grande diferença entre os valores. Para a Correção Bouguer a diferença chega a 22% entre o resultado de Campo e os dados do Relatório. A diferença para a estação 3093F em Gravidade é também praticamente nula. Na estação 3093F, analisando a Correção Ar-Livre verifica-se uma diferença em módulo de 3,67 e para Correção Bouguer de 4,47, em módulo. Ambos os valores de Correção são maiores para os resultados do levantamento com gravímetro realizado que os do Relatório do IBGE. A diferença para a Correção Ar-Livre chega a 31% do maior valor, em módulo (Campo), o que pode ser considerado alto, ou seja, grande diferença entre os valores. Para a Correção Bouguer a diferença chega a 23% entre o resultado de Campo e os dados do Relatório.

Discussão e Conclusões

Nesse estudo foram realizadas medições com gravímetro SCINTREX CG3 em circuito fechado

envolvendo as RRNN 3093F e 3093L pertencentes às Redes Altimétrica e Gravimétrica do IBGE. A partir do processamento dos dados no aplicativo Anomalia_M foram obtidos os valores de Gravidade, Correção Ar-Livre e Correção Bouguer. Os resultados foram comparados com os dados gravimétricos que constam nos Relatórios do IBGE das estações. Uma diferença muito semelhante entre os dados do levantamento em campo e os dados dos Relatórios foi identificada para as duas estações em Correção Ar-Livre e Bouguer. Os valores de diferença são aproximadamente de 3,7 para Correção Ar-Livre e de 4,5 para Correção Bouguer (em módulo). Enquanto que a diferença para em Gravidade é praticamente nula para ambas as estações. A partir dessa análise algumas suposições são feitas sobre as causas da diferença encontrada entre os valores medidos e os do IBGE para a Correção Bouguer e a Correção Ar-Livre. Os dados de gravimetria do IBGE (Relatório) fazem parte de uma rede ajustada, enquanto que os dados desse trabalho são pontuais. Além disso, as expressões utilizadas pelo IBGE e as implementadas no aplicativo Anomalia_M podem diferir, o que é uma questão a ser averiguada. Outro fator que pode influenciar nos resultados são as datas dos levantamentos. As medições do IBGE datam do ano 2006 e a atividade de campo desse trabalho foi realizada em 2013.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de mestrado 2013-2014. Ao IBGE pelos dados da Rede Altimétrica e Gravimétrica. Ao funcionário da UFRGS Robson Aquino pelo auxílio na atividade de campo e discussões acerca do trabalho.

Referências

- IAG/USP. Reduções Gravimétricas. [acesso em 11 junho 2014]. Disponível em: http://www.iag.usp.br/~eder/agg0333/reducoes_gravimetricas.pdf.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rede Altimétrica. Rio de Janeiro, [s.d].
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rede Gravimétrica. Rio de Janeiro, [s.d].
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados. Rio de Janeiro, [s.d].
- GEMAEL, C. Introdução à Geodésia Física. UFPR. Curitiba, 1999. 302pp;
- Miranda, F. A., 2006. Contribuição para Análise do Campo de Gravidade na Região do Datum Vertical Brasileiro. Dissertação de Mestrado – Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.