

# IMPLICAÇÕES GEODINÂMICAS NO POSICIONAMENTO GEODÉSICO

Sílvio R.C. de FREITAS <sup>(1)</sup>  
Jucilei CORDINI <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal do Paraná. Departamento de Geociências.  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Caixa Postal 19011  
CEP: 81531-990. Curitiba/PR. E\_mail: sfreitas@cce.ufpr.br

<sup>(2)</sup> Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico.  
Depto. de Engenharia Civil. Caixa Postal 476 - CEP: 88010-970 - Florianópolis/SC.  
E\_mail: jucilei@geoc.ufpr.br

Com o crescente aumento de precisão dos métodos geodésicos, observado nos últimos anos, os aspectos geodinâmicos estão assumindo grande destaque. Conceitos clássicos da Geodésia começam, no presente, a ser ampliados ou transformados, face os progressos recentes da Geofísica e Geodinâmica. Ampliando a conceituação de Geodésia com a inclusão do estudo dos movimentos crustais, das variações espaciais e temporais no campo da gravidade e das deformações de maré produzidas no corpo planetário, as observações geodésicas atuais passam a desempenhar um importante papel no estudo da estrutura e evolução da Terra. Uma das maneiras de estudar tais fenômenos é através da maré terrestre, oriundo da interação gravitacional da Terra, principalmente com a Lua e o Sol, resultando em esforços diferenciais significativos no interior ou mesmo nas porções mais superficiais, produzindo deformações em cada uma das partes do planeta. A integração dos efeitos da componente vertical de maré terrestre (maré gravimétrica) e do efeito indireto das marés oceânicas (efeito oceânico indireto) nas porções terrestres, são de fundamental importância para a presente abordagem. Comprovadamente, os deslocamentos crustais e a flexão diferencial sob o efeito das marés têm repercussão no posicionamento geodésico, principalmente sobre bases longas, no nivelamento geodésico de precisão e na gravimetria. Constata-se que em algumas regiões do Globo, a mensuração deste efeito de resposta regional às marés, quando comparados aos efeitos de maré modelados (maré teórica), pode apresentar diferenças de até 30 *microGal* ou 10*cm*. Levando-se em consideração que a precisão das medidas de gravidade, nos dias atuais, pode atingir 1 *microGal*, dos desníveis cerca de 1*mm* km<sup>1/2</sup> e do posicionamento diferencial, 1*cm* sobre 100*km*, justifica-se

B. Ci. Geodésicas, Curitiba, v. 3, p.82-84, 1998.

plenamente o estabelecimento deste tipo de mensuração em uma região, objetivando a determinação da resposta crustal verdadeira. Dentro deste contexto, o presente estudo visa discutir os principais aspectos relacionados com o posicionamento vertical - possibilidades físicas, limitações e contribuição efetiva (*de Freitas, 1995*) - associados à mensuração das marés gravimétricas, no aprimoramento das redes altimétricas fundamentais, enfatizando o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Para tanto, são necessários determinar os efeitos dinâmicos do oceano sobre o Datum, os efeitos dinâmicos diferenciais entre este e pontos da rede e, também, os efeitos associados às heterogeneidades laterais da distribuição de massas e densidades ao longo da rede. Tais aspectos envolvem um grande número de variáveis geométricas e físicas, cujas parametrizações consistem nos maiores desafios atuais para a Geodésia: a) o efeito de carga direta e indireta produzido pelo oceano sobre a região costeira; b) a variação destes efeitos em diferentes regiões costeiras; c) a propagação do mesmo efeito nas regiões intracontinentais; d) a determinação do efeito diferencial real das marés terrestres entre pontos afastados da rede; e) atribuição de significado físico às altitudes obtidas por nivelamento geométrico, incorporando os efeitos das equipotenciais nas trajetórias das linhas de nivelamento e um fator de escala para conversão de números geopotenciais em altitudes; f) unificação de diferentes referências maregráficas. Diante deste panorama, estabeleceu-se como abordagem do problema, o desdobramento do estudo em duas fases: uma fase de avaliação dos efeitos geodinâmicos (em andamento) e outra para o estabelecimento de um anteprojeto visando a melhoria da rede existente. Para a primeira fase, previu-se o estabelecimento de um perfil de observação com a implantação de estações gravimétricas (Imbituba-Blumenau-Curitiba), observação do Nível Médio do Mar (NMM) em Imbituba, simultaneamente com as marés gravimétricas naquelas localidades durante seis meses e, também, a realização de observações contínuas com GPS (Global Positioning System), nas mesmas localidades, por um período de um mês, concomitante às observações de maré gravimétrica. A análise da correlação dos sinais obtidos deste arranjo observacional em observância à metodologia de análise das deformações da Terra a partir de sobrecargas superficiais (*Farrel, 1972*), juntamente com cartas cotidais (cartas isofásicas e iso-amplitudiniais) (*Schwiderski, 1980*) para as principais componentes das marés gravimétricas, e, parâmetros da resposta flexural da placa sul-americana às ondas de maré gravimétrica (*de Freitas, 1993*), devem permitir uma avaliação da existência de efeitos geodinâmicos diferenciais. Para a segunda fase, a base do estudo é o estabelecimento de uma metodologia que possibilite a incorporação de parâmetros físicos na rede vertical, em adição aos geométricos. A existência de correlação entre a dinâmica interna das placas tectônicas com a resposta diferenciada a nível crustal, é atualmente comprovada; tal é o caso da placa sul-americana: a análise global dos fatores gravimétricos, que estão associados com a resposta flexural da crosta, indica forte evidência de implicações tectônicas das marés gravimétricas em todo o continente sul-americano (*de Freitas, 1993*). Este fato deve ser obrigatoriamente considerado

quando se cogita o posicionamento à longas distâncias, como é o caso do posicionamento com GPS. Melchior & DeBecker (1983) após analisarem um perfil mundial com 180 estações de maré gravimétrica, constataram a existência de padrões regionais de distribuição das componentes de maré gravimétrica, associados com grandes heterogeneidades laterais da crosta. A disponibilidade de cartas cotidianas mundiais e do conhecimento do efeito indireto dos oceanos para toda a América do Sul (*de Freitas, 1993*), oferecem o suporte necessário à realização de trabalhos desta natureza. A integração de efeitos das marés terrestres, oceânicas e atmosféricas, aspectos de circulação costeira, que implicam em uma separação do NMM em relação ao geóide, intervêm diretamente na definição do datum altimétrico, na realização de redes de nivelamento e no posicionamento diferencial. Por isso há uma preocupação institucional (IBGE) com relação a rede altimétrica brasileira, que deve merecer nos próximos anos, uma análise qualitativa e a introdução de correções, determinadas a partir da consideração de parâmetros gravimétricos, maregráficos e efeitos geodinâmicos, a fim de dotá-la de significado físico.

### **Agradecimentos**

Ao CNPq (Proc. 524.030/96) pelo apoio ao projeto e à CAPES/PICD pela concessão da bolsa de doutoramento.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- de FREITAS, S.R.C.; LUZ, R.T. (1995) Altimetria de precisão com GPS baseada no SGB: possibilidades físicas e limitações. *in: Sociedade Brasileira de Geofísica (SGB)*, nº 1: 135-138, Agosto.
- de FREITAS, S.R.C.; MANTOVANI, M.S.M. (1993) Contribuição ao estudo de características tectônicas da Placa Sul-Americana a partir de análise das Marés Terrestres. *in: Anais do 3º Congresso Internacional da SBGf*, Rio de Janeiro: v.2: 1066-1071, Novembro.
- de FREITAS, S.R.C. (1993) *Marés gravimétricas: Implicações para a placa sul-americana*. Departamento de Geofísica. Tese (IAG/USP), Universidade de São Paulo-USP.
- de FREITAS, S.R.C. et. al. (1993) Some implications of the gravity tides in the South American Plate. *in: 12th International Symposium on Earth Tides - Proceedings*, Beijing, New York: 387-393, August.
- FARREL, W.E. (1972) Deformation of the Earth by surface loads. *Reviews of Geophysics and Space Physics.*, v. 10, nº 3: 761-797.
- MELCHIOR, P. (1983) *The tides of Planet Earth*. Pergamon Press, 2nd. ed.
- MELCHIOR, P.; DeBECKER, M.A. (1983) A discussion of world-wide measurements of tidal gravity with respect to oceanic interactions, lithosphere heterogeneities, Earth's flattening and inertial forces. *Phys. Earth Planet. Int.*, nº 31: 27-53.

SCHWIDERSKI, E.W. (1980) On charting global ocean tides. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, n<sup>o</sup> 18: 243-268.

B. Ci. Geodésicas, Curitiba, v. 3, p.82-84, 1998.