

APLICAÇÃO, INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DA METODOLOGIA DE REDUÇÕES BATIMÉTRICAS ATRAVÉS DO MÉTODO GPS DIFERENCIAL PRECISO

*Application, investigation and an analysis batimetric reduction methodology by
diferencial precise GPS method.*

Alexandre Moreira Ramos

Mestrado

Orientador: Claudia Pereira Krueger

Defesa: 26/02/2007

Resumo: As técnicas GPS diferenciais precisas permitem considerar as variações de suas altitudes elipsoidais como representativas das oscilações do nível do mar. Assim, as correções de marés podem ser determinadas diretamente a partir da variação das altitudes elipsoidais, observadas durante a execução dos levantamentos hidrográficos, dispensando-se as tradicionais medições maregráficas na costa. É necessário determinar a separação vertical entre o NR e o elipsóide de referência associado ao sistema WGS-84 G1150, e os vetores de altura da antena GPS e profundidade de imersão do transdutor em relação a um referencial fixo à embarcação de sondagem. A área de pesquisa localiza-se na Baía de Guanabara (Rio de Janeiro / RJ) entre as estações maregráficas da Ponta da Armação e Ilha Fiscal, o que garantiu um bom conhecimento do NR, permitindo considerá-lo constante devido a diferença de 2,3 cm entre os valores de Z_0 das estações maregráficas. Foram empregados os sistemas RTK (*Real Time Kinematic*) Trimble 7400 e FlexPak (NovAtel) e RTG (*Real Time GIPSY*) C-Nav 2050M (C&C Technology, Inc.), além dos receptores geodésicos Ashtech Z-XII e Leica GSX1230. Os sistemas RTK e RTG foram associados, cada um, ao programa de aquisição automática HYPACH versão 4.3a GOLD, para integração das suas soluções de posição ao ecobatímetro monofeixe HYDROTRAC e ao sensor inercial TSS335. Através de nivelamentos geométricos e posicionamento relativo estático foi possível a determinação da separação NR - WGS-84 G1150. As alturas das antenas GPS

foram referenciadas à média da linha d'água da embarcação de sondagem durante um determinado período. Estas alturas, combinadas com os valores de separação NR - WGS-84 G1150, proporcionaram acurácias de 2,5 cm (RTK Trimble), 3,3 cm (RTK FlexPak) e 12,8 cm (RTG C-Nav) nas curvas de marés fornecidas pela variação de suas respectivas altitudes elipsoidais. Apesar do sistema RTG C-Nav ter apresentado precisão vertical semelhante aos sistemas RTK (cerca de 15 cm), não foram aplicadas correções dos efeitos de marés terrestres às suas soluções de posição, introduzindo uma diferença de fase e amplitude na tendência da variação de suas altitudes elipsoidais. Como consequência, as profundidades reduzidas obtidas pelas correções de marés RTG C-Nav tiveram uma acurácia estimada de 45 cm. O sistema RTK Trimble forneceu profundidades reduzidas com uma acurácia estimada de 25,5 cm, muito próxima da acurácia de 25 cm obtida pelo método tradicional. Desta forma, o sistema RTG C-Nav, configurado para operações *offshore* (sem correções de marés terrestres), atendeu às especificações para levantamentos de Primeira Ordem, enquanto o sistema RTK Trimble permitiu alcançar os requisitos de qualidade para levantamentos de Ordem Especial. Foi realizada ainda uma verificação da acurácia do posicionamento horizontal dos sistemas RTK, RTG e DGPS, por comparação com coordenadas padrão pós-processadas a partir das observações brutas GPS dos receptores geodésicos instalados a bordo da embarcação de sondagem. Os sistemas RTK obtiveram uma acurácia 2dRMS aproximada de 24 cm, e o sistema RTG C-Nav de 64 cm. Os receptores DGPS apresentaram acurácias 2dRMS de aproximadamente 1 m (Ashtech Z-XII) e de 3 m (Trimble NT200D).

Abstract: The precise differential GPS techniques allow for considering the variations of their ellipsoidal heights as representative of the sea level changes. Therefore, tides corrections can be obtained directly from the variations of ellipsoid elevations, observed during the execution of the hydrographic surveys, without the use of coastal tide gauges. It is necessary to determine the vertical separation among Chart Datum and the reference ellipsoid associated to the WGS-84 G1150 system, also the GPS antenna heights and transducer draft referred to the survey vessel-fixed coordinate system. The research area is located in the Guanabara Bay (Rio de Janeiro / RJ) between Ilha Fiscal and Ponta da Armação Tide Gauges, which guaranteed a best Chart Datum control, allowing for consider it constant due to difference of 2.3 cm among the values of Z_0 tide gauges. It was used the RTK (Real Time Kinematic) systems Trimble 7400 and FlexPak (NovAtel), the commercial WADGPS systems RTG (Real Time GIPSY) C-Nav 2050M (C&C Technology, Inc.), besides the geodetic GPS Ashtech Z-XII and Leica GSX1230. The systems RTK and RTG were associated, each one, to the automatic acquisition software HYPACK version 4.3a GOLD, for integration of their position solutions to the SBES

HYDROTRAC and Inercial sensor TSS335. The vertical separation among Chart Datum and the reference ellipsoid associated to the WGS-84 G1150 system was calculated through spirit leveling and GPS relative static positioning. GPS antenna heights were referenced to the survey vessel's medium water line observed during a certain period, which achieved accuracies of 2.5 cm (RTK Trimble), 3.3 cm (RTK FlexPak) and 12.8 (RTG C-Nav) of tidal heights obtained from their ellipsoid elevations changes. Although RTG C-Nav shows vertical precisions similar to the RTK systems (about 15 cm), that difference was attributed the correction for earth tides option not have been activated during all research, introducing a phase and amplitude differences in their trends of the ellipsoid heights. As consequence, the depths charted, obtained by those tides RTG C-Nav corrections achieved an accuracy of 45 cm. The RTK Trimble tides allowed for depths charted with an estimated accuracy of 25.5 cm, very close to the traditional accuracies, about 25 cm. The carrier phase-based WADGPS service C-Nav, configured for offshore operations (no earth tides corrections), assisted to IHO First Order requirements, while the RTK system reach Special Order requirements for hydrographic surveys. It was accomplished an evaluation of horizontal positioning accuracy for the systems RTK, RTG and DGPS, although comparison with pattern coordinates obtained from survey vessel's raw GPS observations post processed. The RTK systems achieved an accuracy of 24 cm 2dRMS, and 64 cm 2dRMS for RTG C-Nav. DGPS equipments achieved accuracies of 1 m (Ashtech Z-XII) and 3 m (Trimble NT200D)