

PARÂMETROS DE MARÉ NA ESTAÇÃO CURITIBA: HISTÓRICO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS RECENTES

Curitiba Tidal Parameters: History and Discussion of Updated Results

Sílvia Helena Soares Schwab¹, Sílvio Rogério Correia de Freitas², Eno Darci Saatkamp²

¹Departamento de Física; ²Departamento de Geomática;
Universidade Federal do Paraná, CP19001, CEP 81531-990 Curitiba, PR, Brasil
e-mail: silviass@geoc.ufpr.br; sfreitas@cce.ufpr.br; enosaat@geoc.ufpr.br

RESUMO

A estação de marés terrestres de Curitiba foi instalada nos anos 80, tendo sido ocupada por diversos instrumentos até a presente data. Os primeiros valores de referência foram estabelecidos após a análise de resultados de séries gravimétricas com quatro instrumentos calibrados na Estação Fundamental de Bruxelas, que operaram simultaneamente na estação Curitiba. Em 1987, uma série com qualidade muito boa foi realizada pelo gravímetro LCRET10, com calibração feita em Hannover, Alemanha. Posteriormente, em 1992, uma boa série de medidas gravimétricas foi feita com o GEO783, com calibração Bruxelas, e que serviu de base para estabelecer um novo conjunto de valores de referência para parâmetros de maré na estação. Novas séries realizadas a partir de 1995, com os gravímetros LCRD99, LCRG913, e também o GEO783 (re-normalizado), com calibrações em diferentes bases, quando considerados efeitos ambientais e novos modelos de interação oceano-continente, apresentaram resultados que permitem um aprofundamento na discussão dos parâmetros da estação.

ABSTRACT

Curitiba tidal station was installed in 80's years, and several instruments have operated at the station until the present moment. The first reference tidal parameters were established after the analysis of gravimetric series results put up with four instruments (Brussels calibration) simultaneous measurements. In 1987 a very good series was performed by LCRET10 (Hannover calibration). Later, in 1992, a good series with GEO783 (Brussels calibration) served as base to establish a new set of reference values. New series were performed since 1995 with LCRD99, LCRG913 and GEO783 (renormalised) gravity meters, calibrated on different bases,

considering environmental effects and new models to ocean loading, presenting results which allow to deep the discussion of tidal parameters at the station.

1. INTRODUÇÃO

A Estação de Marés Terrestres de Curitiba recebeu do Centro Internacional de marés Terrestres (ICET) o número 7305, sendo suas coordenadas geodésicas ($\phi = 25^{\circ} 27' 15,25''$ S e $\lambda = 49^{\circ} 14' 15,46''$ W) e está situada a 913m acima do nível do mar e a 80 km do Oceano Atlântico. A responsabilidade sobre sua manutenção e instalação de equipamentos cabe ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas (CPGCG) da UFPR, numa continuação do esforço pioneiro do Prof. Camil Gemael, que foi o responsável pela sua instalação em 1983 (Gemael,1986). Leite(1992) descreveu detalhes e cuidados tomados quando da sua construção. Freitas&Ducarme(1991) mostraram o esforço para uniformizar o tratamento de dados obtidos em diversas estações sul-americanas, estabelecidas a partir da definição da Estação Curitiba como fundamental para a América do Sul. Após 17 anos, os parâmetros locais de marés gravimétricas são considerados bem conhecidos, mas existem ainda vários problemas a serem avaliados, em termos de coerência entre resultados, procedimentos e análises das diferentes séries, realizadas com gravímetros calibrados em diferentes bases.

Como consequência de sua importância em termos de América do Sul, é necessário aprofundar a discussão dos parâmetros de maré na estação, levando em conta aspectos como a história dos instrumentos e da ocupação, a qualidade dos resultados via análise de maré, devidamente registrados pelo ICET, aspectos ligados às diferentes bases de calibração, e a introdução de novos resultados indicando o padrão de influência local do ambiente sobre as medidas, principalmente efeitos da pressão e carregamento oceânico. Neste aspecto, a introdução de novos modelos baseados nos resultados da altimetria via satélite TOPEX-POSEIDON (Melchior&Francis,1996) permite estudar qual o modelos que melhor descreve o efeito dos oceanos sobre o sinal gravimétrico. A indicação de um valor para a função de transferência entre a pressão e este mesmo sinal (Schwab,1999) permite uma discussão a respeito da calibração instrumental e sua adequação, uma análise dos dados gerados na série 1995 com o GEO783 e consolidar a definição dos valores de referência dos parâmetros na Estação Curitiba.

2. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE MARÉ NA ESTAÇÃO CURITIBA

Uma síntese das séries de observações realizadas na estação é apresentada na Tab.1. Participaram destas observações a Universidade de Bonn (UB), o Observatório Real da Bélgica (ORB), o Observatório de Bidston (OB) , a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR) (Freitas et al,1998).

GRAVÍMETRO	PERÍODO	INSTALAÇÃO	PROCESSAM. DOS DADOS
ASK-BN-GS12 –BU	03/83 - 04/84	M. BONATZ	M. BONATZ
GEO - 783 – ROB	10/83 - 04/84	B. DUCARME	B. DUCARME
LCR - 3G – ROB	05/84 - 07/84	C. POITEVIN	B. DUCARME
LCR - 3G z – ROB	07/84 - 10/84	M.V. RUYMBECKE	B. DUCARME
LCR - 8G - ROB	05/84 - 07/84	C. POITEVIN	B. DUCARME
LCR - 8G z - ROB	07/84 - 11/84	M.V. RUYMBECKE	B. DUCARME
LCR - D32 - ROB	04/84 - 07/84	C. POITEVIN	B. DUCARME
LCR - D32 z - ROB	07/84 - 10/84	M.V. RUYMBECKE	B. DUCARME
LCR - D99 - UFPR	05/84 - 07/84	C. POITEVIN	B. DUCARME
LCR - D99 - UFPR	07/84 - 10/84	M.V. RUYMBECKE	B. DUCARME
LCR - D99 z -UFPR	08/85 - 12/85	M.V. RUYMBECKE	B. DUCARME
LCR 10 - ET-OB - BO	11/87 - 10/88	R.J. . EDGE	R.J. . EDGE
ASK-BN-GS12 –UB	01/88 - 05/89	M. BONATZ	M. BONATZ
GEO - 783 – ROB	04/92 - 10/92	S. DE FREITAS	S. DE FREITAS
LCR - D99 z -UFPR	09/94 - 12/95	O. LEITE	O. LEITE
GEO - 783 – ROB	02/95 - 09/95	S. DE FREITAS	S. DE FREITAS
LCR - D99 z -UFPR	02/96 - 07/96	O. LEITE	N. MODRO
LCR - D99 z -UFPR	02/97 - 1998	E. SAATKAMP	S. DE FREITAS
LCR - G913 z – USP	10/97 - 1998	W. SHUKOWSKY	S. DE FREITAS
GEO - 783 – ROB	10/97 – 1998	S. DE FREITAS	S. DE FREITAS
GEO - 783 - ROB	/98 – 05/99	S. DE FREITAS; E. SAATKAMP	EM PROCESS.
LCR - D99 z -UFPR	/98 – 05/99	E. SAATKAMP	EM PROCESS.

TABELA 1 - SÉRIES REALIZADAS NA ESTAÇÃO CURITIBA

Os resultados das primeiras séries, realizadas entre 1983 e 1985, com o GEO783, LCR3Gz, LCR8Gz, LCR32Dz e LCR99Dz, permitiram estabelecer os primeiros valores de referência para a estação, como mostrado na Tab.2, com correção de inércia aplicada.

Onda usada na normalização		Razão	AMPLITUDE fator/fase	Onda não usada na normalização
Ampli- tude	M ₂	Amplitude maior que a da onda O ₁ e efeito de carregamento oceânico bem determinado	Fator de amplitude $\delta(M_2) = 1.1746 \pm 0.0007$ (Molodenski I)	$\delta(O_1) = 1.1835 \pm 0.0049$
Fase	O ₁	Grande velocidade angular	Fase $\alpha(O_1) = -1,24^\circ \pm 0.13^\circ$ $\alpha(M_2) = +1.41^\circ \pm 0.05^\circ$	

TABELA 2 - PRIMEIROS VALORES DE REFERÊNCIA DEFINIDOS PARA A ESTAÇÃO CURITIBA. Fonte: Freitas,1993.

Este conjunto de valores foi obtido a partir das medidas realizadas com o GEO783, LCR3Gz, LCR8Gz, LCR32Dz mediante uma normalização dos resultados em relação aos gerados a partir dos dados obtidos com o GEO783. O

fator de qualidade médio (Chueca et al, 1984) foi 10,9 e os desvios-padrão para as duas ondas foram $\sigma(\delta(O_1))=0,012$, $\sigma(\alpha(O_1))=0,060^\circ$, $\sigma(\alpha(M_2))=0,029^\circ$ sobre um total de 8208 leituras horárias (Melchior et al, 1989).

Um outro importante resultado obtido na estação foi a partir de determinações feitas com o LCR ET10(calibração Hannover) em 1987-88. O primeiro processamento dos dados foi realizado por Edge(1991) e o reprocessamento foi feito em 1993 pelo ORB, e indicaram resultados muito bons em termos de fatores de qualidade, como pode ser visto na Tab.3, com correção de inércia aplicada.

Fatores de Amplitude	Fase
$\delta(M_2) = 1,1667 \pm 0,0003$	$\alpha(M_2) = 1,471^\circ \pm 0,013^\circ$
$\delta(O_1) = 1,1735 \pm 0,0009$	$\alpha(O_1) = -1,131^\circ \pm 0,044^\circ$
fatores de qualidade: $Q_1 = 23,5$; $Q_2 = 53,2$	
Desvio-padrão nas bandas: $\sigma_D = 1,07 \mu\text{Gal}$; $\sigma_{SD} = 0,67 \mu\text{Gal}$; $\sigma_{TD} = 0,36 \mu\text{Gal}$	

TABELA 3 - PARÂMETROS DAS ONDAS M_2 E O_1 OBTIDOS COM O LCRET10 - ESTAÇÃO CURITIBA. Fonte: ICETDATABANK

O gravímetro GEO783 que foi utilizado na ocupação inicial da Estação Curitiba sofreu uma calibração em Bruxelas em 1988, e a partir dos valores das correções instrumentais aí determinados, retornou a Curitiba em 1992 para uma nova ocupação, que também apresentou bons resultados. Após o processo de renormalização do instrumento descrito em Freitas(1993), os resultados em termos dos parâmetros de maré passaram a ser adotados como os novos valores de referência para a estação, e são apresentados na Tab.4, com correção de inércia aplicada.

Fatores de Amplitude	Fase
$\delta(M_2) = 1,1735 \pm 0,0004$	$\alpha(M_2) = +1,421 \pm 0,020^\circ$
$\delta(O_1) = 1,1893 \pm 0,0017$	$\alpha(M_2) = -1,240 \pm 0,080^\circ$
fatores de qualidade: $Q_1 = 14,8$; $Q_2 = 29,9$	
Desvio-padrão nas bandas: $\sigma_D = 1,62 \mu\text{Gal}$; $\sigma_{SD} = 1,01 \mu\text{Gal}$; $\sigma_{TD} = 0,51 \mu\text{Gal}$	

TABELA 4 - VALORES DE REFERÊNCIA APÓS 1992 NA ESTAÇÃO CURITIBA ESTABELECIDOS COM O GEO783. Fonte: Freitas,1993.

3. ANÁLISES E RESULTADOS DA SÉRIE 1995 COM O GEO783 NA ESTAÇÃO

Em 1995, uma outra série com o GEO783 foi realizada na estação Curitiba. Os resultados obtidos mediante a análise de maré, para as duas principais ondas, são mostrados na Tab,5, com correção de inércia aplicada,

Fatores de Amplitude	Fase
$\delta(M_2) = 1,1799 \pm 0,0006$	$\alpha(M_2) = 1,481^0 \pm 0,030^0$
$\delta(O_1) = 1,1947 \pm 0,0017$	$\alpha(O_1) = -1,278^0 \pm 0,083^0$
fatores de qualidade: $Q_1 = 12,0$; $Q_2 = 24,8$	
Desvio-padrão: $\sigma_D = 1,55 \mu\text{Gal}$; $\sigma_{SD} = 1,75 \mu\text{Gal}$ and $\sigma_{TD} = 0,36 \mu\text{Gal}$,	

TABELA 5 - PARÂMETROS DAS ONDAS M_2 E O_1 OBTIDOS COM O GEO783 - série 1995. Fonte: Schwab,1999

Para adequar estes valores, procedeu-se a um processo de calibração dinâmica em relação aos valores de referência adotados após 1992, tomando como instrumentos de comparação os resultados do LCRET10 (calibração Hannover) e os do LCR G913 (calibração LaCoste&Romberg), apresentados na Tab.6, juntamente com todos os resultados obtidos para as duas principais ondas de maré na estação, nas diversas séries realizadas.

série	ÉPOCA	INSTRUMENTO	Nº de medidas	Onda O_1		Onda M_2	
				fator ampl. t	fase $\alpha(^0)$	fator ampl. t	fase $\alpha(^0)$
1	1983-85	ASK8 5 BN2	15456	1,1850	-0,725	1,1637	1,572
2	1984	LCR z 3	1824	1,1815	-1,423	1,1746	1,406
3	1984	LCR z 8	1872	1,1734	-1,165	1,1746	1,347
4	1983	GEO 783	3792	1,1825	-1,457	1,1746	1,543
5	1984	LCR z D 32	1920	1,1968	-0,906	1,1746	1,329
6	1985	LCR z 99	2016	1,1892	-2,479	1,1746	1,478
7	1994/95	LCR z 99	5856	1,1757	-1,406	1,1732	0,989
8	1987/88	LCR ET10 *	4656	1,1735	-1,131	1,1667	1,471
9	1992	GEO783(ref)	4176	1,1893	-1,240	1,1735	1,421
10	1995	GEO783	5088	1,1947	-1,278	1,1799	1,481
11	1998	LCR G913 *	4896	1,1713	-1,196	1,1633	1,163
* Séries de comparação							

TABELA 6 - PARÂMETROS DAS ONDAS M_2 E O_1 OBTIDOS EM VÁRIAS SÉRIES EM CURITIBA. Fonte: Schwab,1999

Comparando os resultados da série 1992 (fator de amplitude de $O_1 = 1,1893$ e da $M_2 = 1,1735$), com os resultados obtidos para as mesmas ondas com o LCRET10 (fator de amplitude de $O_1 = 1,1735$ e da $M_2 = 1,1667$), obtém-se 0,96% em média de excesso nos parâmetros. Este valor reflete a super-estimação dos parâmetros de maré da estação Bruxelas em relação a Hannover, conforme já apontado por Freitas&Ducarme(1991), Melchior(1995), Baker(1998) e Schwab&Freitas(1998).

Comparando os valores da série 1992 com os resultantes para o LCRG913 (fator de amplitude de $O_1=1,1713$ e da $M_2=1,1633$), esta super-estimação tem valor médio 1,2%. Comparando a série 1995(fator de amplitude de $O_1=1,1947$ e da $M_2=1,1799$) com estes mesmos instrumentos, obtém-se um excesso médio de 1,45% em relação ao LCRET10 e de 1,55% em relação ao LCRG913. Estes valores indicaram a necessidade de adequar a série 1995, por meio de uma calibração dinâmica, que permitiu obter novos valores de correções instrumentais a serem aplicados na análise de maré, uma vez que os utilizados para gerar a Tab.5 mostraram-se inadequados. Este processo foi feito tomando os valores de referência da série 1992 como base para a renormalização.

4. CALIBRAÇÃO DINÂMICA DO GEO783 NA ESTAÇÃO CURITIBA

O processo de calibração dinâmica consiste em colocar o gravímetro em aquisição de dados de maré sobre uma estação de referência com parâmetros definidos, e estabelecer relações entre a amplitude e a fase das duas principais ondas de maré e as de referência. O processo é finalizado quando a comparação entre o nível de resíduos de maré(obtidos da subtração entre o sinal de maré observado e teórico para a estação), situam-se dentre os valores esperados para a estação, após a subtração do efeito do carregamento oceânico(Schwab,1999). Para maiores considerações a respeito dos resíduos finais, foram calculados a amplitude e fase das duas principais ondas, para cinco diferentes modelos de carregamento oceânico, Schwiderski, CSR3.0, FES95.2, ORI e ORI96, através do programa Loading89, gentilmente cedido ao CPGCG pelo Dr Olivier Francis(ORB), conforme mostrado na Tab.7, com amplitudes L em (μGal) e as fases λ em ($^\circ$).

	SCH		CSR 3.0		FES95.2		ORI		ORI96	
onda	L	λ	L	λ	L	λ	L	λ	L	λ
M_2	1,601	72,8	2,197	72,7	2,278	64,6	1,818	67,9	1,797	68,6
S_2	0,904	98,5	0,854	76,4	1,032	68,6	0,749	78,9	0,659	75,6
K_2	0,292	100,4	0,234	73,8	0,252	73,1	0,307	82,9	0,182	73,9
N_2	0,348	37,7	0,550	54,5	0,536	54,1	0,456	45,7	0,488	50,9
K_1	0,244	116,6	0,292	116,3	0,267	123,4	0,282	119,0	0,295	133,6
O_1	0,633	137,8	0,773	134,1	0,709	136,3	0,797	135,7	0,734	140,8
P_1	0,081	124,0	0,111	112,5	0,114	120,3	0,115	129,5	0,105	128,2
Q_1	0,190	150,9	0,232	149,4	0,192	151,2	0,175	149,7	0,219	153,0

**TABELA 7 – CARREGAMENTO OCEÂNICO(AMPLITUDE E FASE)
PARA DIFERENTES MODELOS EM CURITIBA**

O cálculo dos resíduos finais de maré, corrigidos para estes modelos e tomando como ponderador a amplitude das ondas, resultou $0,49\mu\text{Gal}$ como o nível dos resíduos corrigidos para o modelo de Schwiderski, $0,35\mu\text{Gal}$ para CSR3.0, $0,23\mu\text{Gal}$ para FES95.2, $0,34\mu\text{Gal}$ para ORI e $0,38\mu\text{Gal}$ para ORI96.

Após o processo de calibração dinâmica, obteve-se um novo fator de normalização 0,93713 e correções às fases das ondas $\Delta\alpha(O_1) = 0,286$ e $\Delta\alpha(M_2) = 0,456$. A análise de maré após a adoção destes valores resultou para as duas principais ondas os valores mostrados na Tab.8.

Fatores de Amplitude	Fase
$\delta(M_2) = 1,1734 \pm 0,0006$	$\alpha(M_2) = 1,421^\circ \pm 0,030^\circ$
$\delta(O_1) = 1,1839 \pm 0,0017$	$\alpha(O_1) = -1,240^\circ \pm 0,083^\circ$
fatores de qualidade: $Q_1 = 12,0$; $Q_2 = 25,1$	
Desvio-padrão: $\sigma_D = 1,53 \mu\text{Gal}$; $\sigma_{SD} = 1,73 \mu\text{Gal}$ and $\sigma_{TD} = 0,53 \mu\text{Gal}$,	

TABELA 8 - PARÂMETROS DAS ONDAS M_2 E O_1 OBTIDOS COM O GEO783 - série 1995 – APÓS A CALIBRAÇÃO DINÂMICA.
Fonte: Schwab, 1999

O mesmo procedimento, levando em conta os resíduos finais ponderados pelas amplitudes das ondas, resultou os valores médios de $0,34\mu\text{Gal}$ para os resíduos corrigidos para Schwidersky, $0,27\mu\text{Gal}$ para CSR3.0, $0,27\mu\text{Gal}$ para FES95.2, $0,21\mu\text{Gal}$ para ORI e $0,25\mu\text{Gal}$ para ORI96. Pode-se então verificar que o nível médio dos resíduos decresceu para todos os modelos. A adequação da série pode então ser estudada mediante a comparação com os resultados gerados com os gravímetros LCRET10 e LCRG913, como anteriormente procedido. Os resultados dos parâmetros de maré para as duas principais ondas resultaram 1,1% para O_1 e 0,6% para M_2 em relação ao LCRET10, e 1,3% para O_1 e 0,9% para M_2 quando considera-se o LCRG913 para comparação. Em média, obteve-se então 0,8% de excesso em relação ao LCRET10, e 1,1% de excesso em relação ao LCRG913, ao mesmo nível da série de 1992 que foi de 1,2% em média. Esta super-estimação reflete, uma vez mais, a diferença entre as bases de calibração dos instrumentos. Após este procedimento, a série 1995 foi utilizada para estudar a admitância entre a pressão e as medidas gravimétricas. A partir da definição do modelo ORI96 como o que melhor exprime o efeito do carregamento oceânico, Schwab (1999) indicou esta função como $(3,4672 \pm 1,4082) \text{ nm.s}^{-2}/\text{hPa}$, utilizando-se a banda do espectro entre 2,2 e 2,8 ciclos por dia, avaliada como adequada para o estudo das influências instrumentais sobre as medidas.

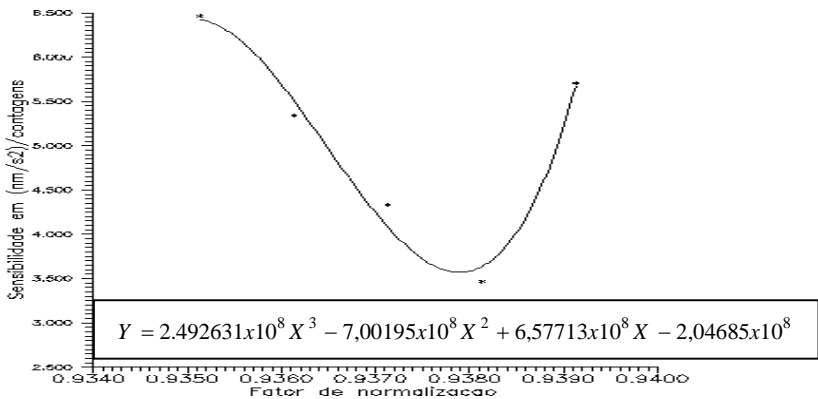


FIGURA 1 – FUNÇÃO DE TRANSFERÊNCIA ENTRE OS RESÍDUOS CORRIGIDOS PARA ORI96 CONTRA OS FATORES DE NORMALIZAÇÃO

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FATOR DE NORMALIZAÇÃO – ANÁLISE E RESULTADOS

Variando-se os valores do fator de normalização empiricamente, ao redor do valor obtido mediante a calibração dinâmica (0,93713), utilizando uma variação de 0,0100, obtém-se diversos valores da função de transferência (resíduos corrigidos por ORI96), que permite uma avaliação do comportamento instrumental. A Fig.1 mostra o comportamento da função de normalização no intervalo avaliado. As mínimas distorções ocorrem em torno de 0,93813. Usando-se este último valor como o novo fator de normalização, e as mesmas correções às fases das ondas anteriormente obtidas, procedeu-se a uma nova análise da série 1995 com o GEO783, e os resultados estão mostrados na Tab.9.

Fatores de Amplitude	Fase
$\delta(M_2) = 1,1747 \pm 0,0006$	$\alpha (M_2) = 1,421^0 \pm 0,030^0$
$\delta (O_1) = 1,1851 \pm 0,0017$	$\alpha (O_1) = -1,240^0 \pm 0,083^0$
fatores de qualidade: $Q_1 = 12,0$; $Q_2 = 25,0$	
Desvio-padrão: $\sigma_D = 1,54 \text{ }\mu\text{Gal}$; $\sigma_{SD} = 1,73 \text{ }\mu\text{Gal}$ and $\sigma_{TD} = 0,53 \text{ }\mu\text{Gal}$,	

TABELA 9 - PARÂMETROS DAS ONDAS M₂ E O₁ OBTIDOS COM O GEO783 - série 1995 – COM FATOR DE NORMALIZAÇÃO 0,93813. Fonte: Schwab,1999

Nesta última tabela pode-se observar que os fatores de amplitude para as duas principais ondas de maré foram praticamente iguais aos mostrados na Tab.2 para a

amplitude da M_2 e as fases das duas ondas, enquanto que para o fator de amplitude da O_1 foi 0,1% maior. Comparando os valores obtidos nesta tabela com os gravímetros de comparação obteve-se um excesso médio de 0,85% em relação ao LCRET10 e 1,1% em relação ao LCRG913, refletindo apenas a super-estimação dos parâmetros da estação Bruxelas em relação a Hannover e à base LCR. Estes valores, que praticamente reproduziram os inicialmente definidos para a Estação Curitiba, mostram que estes parâmetros refletiram uma boa qualidade no estabelecimento da estação como referência.

6. CONCLUSÕES

A análise histórica dos parâmetros das duas principais ondas de maré na Estação Curitiba permitiu estudar a adequação das correções instrumentais a serem aplicadas ao gravímetro GEO783, mediante comparação. O excesso nos valores dos fatores de amplitude, inicialmente detectados pela comparação com a série de referência 1992 e com as análises de dados gerada mediante a utilização do LCRET10 e do LCRG913, indicou a necessidade de realizar a calibração dinâmica do instrumento na série 1995. Num segundo momento, a utilização dos valores obtidos em Schwab(1999) para a função de transferência entre a pressão e os resíduos de maré, e a adoção do modelos de carregamento oceânico ORI96 no estudo final envolvendo as funções de normalização instrumental, reproduziram os valores adotados inicialmente, em 1985, como de referência para a estação. Isto mostra que estes foram adequados para o estabelecimento de outras estações sul-americanas feitas a partir da Estação Curitiba, e que os valores de referência atualmente adotados pelo ICET, embora resultantes da série 1992 de boa qualidade, merecem atenção especial. O estudo destes valores merece uma revisão, tendo em vista que o fator de amplitude resultante para a onda M_2 (1,1735) é um pouco menor que o resultante nesta análise final(1,1747).

Agradecimentos:

À Universidade Federal do Paraná através do CPGCG e ao Observatórios Real da Bélgica, nas pessoas do Prof. Dr Paul Melchior, Dr Bernard Ducarme, Dr Olivier Francis e Leslie Vandercoilden.

Referências Bibliográficas

- BAKER, T..F., (1998). Tidal observations and earth tide models. **Proceedings of the 13th International Symposium on Earth Tides**, Brussels, p.287-94.
- CHUECA, R., DUCARME, B. & MELCHIOR, P., (1984). Preliminary investigation about a quality factor of tidal gravity factors. **IAG-BIM** 94: 6334-37.
- EDGE, R.J., (1991). **Results with LaCoste & Romberg ET10 gravity meter in Curitiba**. Personal communication to S. DeFreitas.

- FREITAS, S.R.C. & DUCARME, B. , (1991). **Re-analysis of brazilian tidal gravity stations with sensitivity smoothing method and comparasion of tidal gravimetric factors**. IAG-BIM 111: 8099-129.
- FREITAS, S.R.C., (1993). **Marés gravimétricas: implicações para a placa sul-americana**. São Paulo, Tese de Doutorado, IAG-USP. 264 p..
- FREITAS, S.R.C., SCHWAB, S.H.S, MANTOVANI, M.S.M. & SHUKOWSKI,V., (1998). The earth tide program of bservation and instrumentation in Brazil. **Proceedings of the 13th International Symposium on earth tides**, Brussels, p.223-29.
- GEMAEL, C., (1986). **Marés terrestres: aplicações geodésicas**. Curitiba, CPGCG, 80p.
- LEITE, O.H.S., (1992). **Uma contribuição às análises de marés devido aos efeitos da temperatura nos dados gravimétricos obtidos na estação fundamental de Curitiba**. Curitiba, Tese de Doutorado, CPGCG-UFPR, 135p..
- MELCHIOR, P., VAN RUYMBECKE, M. & POITEVIN, C., (1989). TWTGP II (West Africa and South America). **IAG-BIM**, ORB, (v)2: 132p..
- MELCHIOR, P., (1994). A new data bank for tidal gravity measurements. **Phys. Earth Planet. Int.**, n. 82: 125-155.
- MELCHIOR, P., (1995). A continuing discussion for tidal gravity measurements. **Phys. Earth Planet. Int.**, n. 88: 223-256.
- MELCHIOR, P. & FRANCIS, O., (1996). Comparison of recent ocean tide models using ground-based tidal gravity measurements. **Marine Geodesy**, 19: 291-330
- SCHWAB, S.H.S. & FREITAS, S.R.C., (1998). Environmental parameters influence on gravimetric signal at tidal Curitiba station, Brazil. **Proceedings of the 13th International Symposium on Eath Tides**, Brussels, p.411-21.
- SCHWAB, S.H.S.,(1999). **Marés gravimétricas, influências ambientais e calibração instrumental: estudos na Estação Curitiba**. Tese de Doutorado. CPGCG, UFPR, 280p.

(Recebido em 30/10/00. Aceito para publicação em 18/12/00.)