

# ESTAÇÃO DE MARÉS TERRESTRES DA UFPR – HISTÓRICO, MANUTENÇÃO E ESTÁGIO ATUAL DE DESENVOLVIMENTO

**Sílvia Helena Soares Schwab<sup>1</sup>**

**Camil Gemael<sup>2</sup>**

**Eno Darci Saatkamp<sup>2</sup>**

**Guilherme Buffara Blitzkow<sup>1</sup>**

**<sup>1,2</sup> Universidade Federal do Paraná**

**<sup>1</sup> Departamento de Física**

**<sup>2</sup> Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas**

Centro Politécnico, Jardim das Américas

CP 19044, CEP 81531-990, Curitiba, Pr, Br

[silviass@fisica.ufpr.br](mailto:silviass@fisica.ufpr.br); [enosaat@geoc.ufpr.br](mailto:enosaat@geoc.ufpr.br); [guilhermebb@yahoo.com](mailto:guilhermebb@yahoo.com)

## RESUMO

A Estação de Marés Terrestres da UFPR (EMTUFPR), foi implantada em 1983 pelo Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e desde então tem sido utilizada para o estudo do comportamento de marés gravimétricas em caráter local e regional, sendo considerada fundamental para a América do Sul. Neste trabalho apresenta-se: (a) um histórico descrevendo as diversas séries de dados e diferentes análises de maré, que permitem caracterizar, com bons fatores de qualidade, os parâmetros locais de maré, e a influência dos parâmetros ambientais sobre os dados gravimétricos gerados na estação; (b) os procedimentos de manutenção dos equipamentos utilizados (gravímetros, sensores de pressão e temperatura, etc.) e de armazenamento local de dados; (c) as etapas para descarga, organização e pré-análise do conjunto de dados coletados; (d) aspectos relacionados aos recursos computacionais atualmente disponíveis para a análise e interpretação de aspectos instrumentais e ambientais; (e) resultados obtidos nos diferentes períodos do trabalho desenvolvido na Estação até a presente data, e as perspectivas para futuro desenvolvimento de pesquisas na área.

## ABSTRACT

The UFPR Earth Tides Station (EMTUFPR) was implanted in 1983 by the Geodetic Sciences Post-Graduation, and has been used to study the gravimetric tides behavior with local and regional character, being considered as fundamental to South America determinations. In this work are presented: (a) an historical description of several data series and different tidal analysis allowing to characterize the local tidal parameters with the necessary quality factors; (b) the used equipment maintenance procedures (gravity meters, air pressure and temperature sensors, etc) and local storage of data; (c) discharge, organization and pre-analysis of collected data; (d) modern computational resources and tools to analysis and interpretation of instrumental and environmental effects; (e) obtained results in different work periods at the Station, until the present date and future research work perspectives in the area.

**Palavras chaves:** marés gravimétricas, Estação de Marés Terrestres de Curitiba, histórico.

## 1. INTRODUÇÃO

A EMTUFPR, foi implantada em 1983, pelo Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas (CPGCG), através do Prof. Dr. Camil Gemael (Gemael, 1985), com o suporte do IfE (*Institut für Erdmessung*) de Hannover e ORB (*Royal Observatory of Belgium*), visando o desenvolvimento de trabalhos na área de marés terrestres no Brasil. A estação recebeu o número ICET (*International Center of Earth Tides*) 7305, e se constitui atualmente na Estação Fundamental para a América Latina. A EMTUFPR caracteriza-se por ser uma estação de clima tropical. Então, cuidados especiais descritos em Leite (1992) foram tomados durante sua construção, em termos de drenagem e isolamento térmico da sala subterrânea onde fica o instrumental de aquisição. Um pilar independente, fixado em profundidade garante a estabilidade necessária para as medidas gravimétricas realizadas sobre ele. Permite a obtenção de séries com precisão compatível com o atual nível de desenvolvimento de pesquisas sobre o comportamento local dos parâmetros de maré, e influências ambientais exercidas pela atmosfera e oceano. Suas coordenadas geográficas são  $\phi = 25^{\circ} 27' 15,25'' S$  e  $\lambda = 49^{\circ} 14' 15,46'' W$ , situa-se a 80 km do Oceano Atlântico, a uma altitude de 913m. Este trabalho visa mostrar a história do aprofundamento gradual no conhecimento das características locais e influências sofridas pelas marés gravimétricas em Curitiba, e principalmente atrair, através de sua divulgação, mais pesquisadores para atuarem nesta área de conhecimento.

## 2. A EMTUFPR

Na Figura 1 são apresentados alguns aspectos da estação, situada junto ao Centro de Educação Física da UFPR.

**Fig. 1- Aspectos externos e internos da EMTUFPR**



Na figura, em a) mostra-se seu aspecto externo, em b), a antecâmara que permite, juntamente com camadas em isopor coladas às paredes, o isolamento térmico da sala subterrânea, e em c) a escada de acesso à sala de instrumentos subterrânea e em d) o aspecto dos gravímetros colocados sobre o pilar independente. Pode-se ver à direita o gravímetro GEO783, e à esquerda o LCRD99. Os sensores de pressão e temperatura estão pendurados no teto, e situam-se no meio da sala, e ao fundo estão colocados os sistemas de controle de aquisição de dados (EDAS,  $\mu$ DAS). A umidade do ambiente é controlada para evitar o ataque aos componentes eletrônicos. Sua localização e sua construção dão à estação características especialmente observadas para o abrigo de equipamentos de gravimetria, os quais exigem uma estrutura sólida e livre de perturbações externas, tais como movimentações de pessoas e/ou veículos, e mantendo variações anuais de temperatura menores que  $3^{\circ}C$ . A mesma é constituída basicamente por dois níveis: o térreo, com  $10m^2$ , no qual há uma ante-sala isolante, e uma sala onde ficam os equipamentos de energia (no-break, fontes de tensão, conversor 127/220 V. Esta, por sua vez, comunica-se com uma sala subterrânea de  $16m^2$  e 3,7m de profundidade através de duas tampas de metais e uma escada.

## 3. AS OCUPAÇÕES DA EMTUFPR E EVOLUÇÃO DO ESTUDO DE SEUS PARÂMETROS DE MARÉ

A Tabela 1 mostra as séries de observações já realizadas na estação. Nesta, representa-se por G uma série gravimétrica e M, uma série que envolva também a aquisição de dados ambientais. Os instrumentos utilizados pertencem às seguintes Instituições: a) Bonn University - gravímetro ASK-BN-GS12; b) Observatório Real da Bélgica - gravímetros LCR-3G, LCR-8G, LCR-D32; LCRz-3G, LCRz-8G, LCRz-D32; GEO783 (cedido pelo ORB); c) Bidston Observatory (Reino Unido)- LCR-ET10; d) Universidade de São Paulo: LCR-G913z-USP; e) Universidade Federal do Paraná: LCR-D99, LCR-D99z. Nas séries com aquisição de dados ambientais, foram utilizados os sistema EDAS ("Earth Data Acquisition System") e  $\mu$ DAS do ORB, e sensores (SP- sensor de pressão, ST-sensor de temperatura e SU-sensor de umidade). Nas séries 1 e 13, a instalação do gravímetro e processamento dos dados foi feita por M. Bonatz (Bonn University); na série 2, a instalação e processamento dos dados foi feita por B. Ducarme (ORB); nas séries 3, 5, 7 e 9, a instalação foi feita por C. Poitevin e o processamento por B. Ducarme (ORB); nas séries 4, 6,8, 10 e 11 a instalação foi feita por M. Van Ruymbeck e o processamento por B. Ducarme. Na série 12, a instalação do gravímetro e processamento dos dados foi feita por R. J. Edge (Bidston Observatory); nas séries 14, 16 e 20, a instalação e processamento foram feitos

por S. Freitas (UFPR); nas séries 15 e 17 a instalação foi feita por O. Leite e o processamento por O. Leite e N. Modro respectivamente (UFPR); nas séries 18, 21 e 22, a instalação foi feita por E. Saatkamp e processamento por S. Freitas (UFPR); na série 19, a instalação foi feita por W. Shukowsky (USP) e o processamento por S. Freitas (UFPR).

**TABELA 1 - SÉRIES DE OBSERVAÇÕES NA ESTAÇÃO CURITIBA.**

Série	Instrumental	Período	Base de Calibr.
1-G	ASK-BN-GS12	03/83 – 04/84	Micr. Ball
2-G	GEO-783	10/83 – 04/84	Bruxelas
3-G	LCR-3G	05/84 – 07/84	Bruxelas
4-G	LCR-3Gz-	07/84 – 10/84	Bruxelas
5-G	LCR-8G-	05/84 – 07/84	Bruxelas
6-G	LCR-D8Gz	07/84 – 11/84	Bruxelas
7-G	LCR-D32	04/84 – 07/84	Bruxelas
8-G	LCR-D32z	07/84 – 10/84	Bruxelas
9-G	LCR-D99	05/84 – 07/84	Bruxelas
10-G	LCR-D99	07/84 – 10/84	Bruxelas
11-G	LCR-D99z	08/85 – 12/85	Bruxelas
12-G	LCR-10-ET	11/87 – 10/88	Hannover
13-G	ASK-BN-GS12	01/88 – 05/89	Micr. Ball
14-G	GEO-783	04/92 – 10/92	Bruxelas
15-G,M	LCR-D99z,SP	09/94 – 12/95	Hannover
16-G,M	GEO-783, SP,ST,SU	02/95 – 09/95	Bruxelas
17-G,M	LCR-D99z,SP	02/96 – 07/96	Hannover
18-G,M	LCR-D99z,SP	02/97 – 1998	Hannover
19-G,M	LCR-G913z, SP,ST	10/97 – 1998	LaCoste& Romberg
20-G,M	GEO-783, SP,ST	10/97 – 1998	Bruxelas
21-G,M	GEO-783, SP,ST	/98 – 03/2001	Bruxelas
22-G,M	LCR-D99z, SP,ST	/98 – 03/2001	Hannover

**FONTE: Freitas et al., 1988**

Os parâmetros locais de marés para a EMTUFPR foram estabelecidos através da análise dos dados obtidos com quatro gravímetros, em trabalho conjunto do CPGCG e do ORB em 1983 e 1984, através da utilização do modelo Molodenski I (Melchior et al., 1989), o qual considera a Terra elástica e sem oceanos. A Tabela 2 mostra uma síntese dos valores encontrados em termos da Estação Curitiba, para as principais ondas de marés. Nesta tabela, O representa a onda de maré, D o fator de amplitude, DF a diferença de fase em graus, e FQ o fator de qualidade das observações (Chueca et al., 1984).

**TABELA 2 - PARÂMETROS DAS PRINCIPAIS ONDAS DE MARÉS PARA A EMTUFPR (1984).**

O	D	DF	FQ
M2	1,1746±0,0007	1,41±0,05	10,9
O1	1,1835±0,0049	-1,24±0,13	10,9

**FONTE: Melchior et al., 1989**

Na série 12, feita com o LCRET10, considerada uma excelente série devido ao fator de qualidade médio de 38,3, os valores obtidos foram os mostrados na Tabela 3.

**TABELA 3 - PARÂMETROS DAS PRINCIPAIS ONDAS DE MARÉS PARA A EMTUFPR (1988) COM O LCR-ET10.**

O	D	DF
M2	1,1667±0,0003	1,471±0,013
O1	1,1735±0,0009	-1,131±0,044

**FONTE: ICET DATABANK**

Atualmente, os valores de referência adotados para a estação são os mostrados na Tabela 4. Eles resultam de uma série realizada após a calibração instrumental do GEO783 em Bruxelas (1988) renormalizados (Freitas, 1993), com fator de qualidade médio 22,3.

**TABELA 4 - PARÂMETROS DAS PRINCIPAIS ONDAS DE MARÉS - EMTUFPR - REF. 1992.**

O	D	DF
M2	1,1735±0,0004	1,421±0,020
O1	1,1893±0,0017	-1,240±0,080

**FONTE: Freitas, 1993**

Finalmente, como resultado da série 16, realizada em 1995 com o GEO 783, após a renormalização instrumental em termos dos valores de referência 1992 e considerando a influência do carregamento oceânico modelado por ORI96 (Melchior & Francis, 1996), obtiveram-se resultados mostrados na Tabela 5, que mostram grande coerência com os resultados da Tabela 2. O fator de qualidade médio obtido foi 18,5.

**TABELA 4 - PARÂMETROS DAS PRINCIPAIS ONDAS DE MARÉS - EMTUFPR - SÉRIE 1995**

O	D	DF
M2	1,1747±0,0006	1,421±0,030
O1	1,1851±0,0017	-1,240±0,083

**FONTE: Schwab, 1999**

Um ponto importante a ser aqui destacado é o que se refere à ordem de grandeza das medidas realizadas. Embora as leituras e precisão dos instrumentos utilizados seja da ordem do miligal, com "range" diferenciado de acordo com o modelo, devido ao grande número de medidas realizadas com os instrumentos estabilizados no local de aquisição, o nível de precisão dos dados no processamento é da ordem do microgal. Neste nível, as influências do carregamento oceânico e atmosférico, também da ordem do microgal, tem que ser considerados para a redução destes efeitos. O estudo da influência dos parâmetros de ambiente sobre as medidas gravimétricas realizadas na estação podem ser divididos em termos de sua origem. A influência do carregamento oceânico para os diversos modelos atualmente disponíveis pode ser calculada através dos valores constantes na Tabela 5, através do programa Loading89 (Melchior & Francis, 1996), para diversos modelos. Nesta, as amplitudes L estão expressas em  $\mu\text{Gal}$  e as fases em graus.

**TABELA 5- CARREGAMENTO OCEÂNICO (AMPLITUDE E FASE) PARA DIFERENTES MODELOS EM CURITIBA**

Modelo	SCHWIDERSKY		CSR 3.0		FES95.2		ORI96	
	L	$\lambda$	L	$\lambda$	L	$\lambda$	L	$\lambda$
M <sub>2</sub>	1,601	72,8	2,197	72,7	2,278	64,6	1,797	68,6
S <sub>2</sub>	0,904	98,5	0,854	76,4	1,032	68,6	0,659	75,6
K <sub>2</sub>	0,292	100,4	0,234	73,8	0,252	73,1	0,182	73,9
N <sub>2</sub>	0,348	37,7	0,550	54,5	0,536	54,1	0,488	50,9
K <sub>1</sub>	0,244	116,6	0,292	116,3	0,267	123,4	0,295	133,6
O <sub>1</sub>	0,633	137,8	0,773	134,1	0,709	136,3	0,734	140,8
P <sub>1</sub>	0,081	124,0	0,111	112,5	0,114	120,3	0,105	128,2
Q <sub>1</sub>	0,190	150,9	0,232	149,4	0,192	151,2	0,219	153,0

Em termos de parâmetros atmosféricos, a determinação de um valor para a influência da pressão sobre as medidas gravimétricas conduziu ao valor de  $3,4672 \pm 1,4082 \text{ nm.s}^2/\text{hPa}$  (Schwab, 1999) mas para a temperatura e umidade do ar tal influência não pode ser caracterizada, devido aos controle interno destes parâmetros na estação.

#### 4. MANUTENÇÃO, RECURSOS HUMANOS E BANCO DE DADOS

A EMTUFPR exige uma manutenção cuidadosa tanto em termos do controle de temperatura e umidade no ambiente de aquisição, quanto no controle do Banco de Dados gravimétricos e ambientais, estes últimos gerados continuamente a partir de 1995. Apesar das dificuldades de recursos humanos especializados na realização do controle instrumental e da obtenção de componentes eletrônicos para reparo do sistema de aquisição, tem sido possível manter a estação funcionando e os dados resultantes sendo analisados. A manutenção requer uma visita semanal de controle e a descarga de dados, via lap-top (programa LTERM-ORB) a cada 20 dias, pois os dados/minuto adquiridos, referentes às marés gravimétricas obtidas com o LCRD99 e GEO783, e dados de pressão e temperatura obtidos via sensores e armazenados no sistema  $\mu$ DAS (ORB); armazenamento de dados no Laboratório de Marés Terrestres e Gravimetria ligado ao CPGCG; colocação dos dados em formato apropriado para a pré-análise (formato PRETERNA); pré-análise dos dados; colocação dos dados em Formato Internacional padrão ICET (Ducarme, 1975); levantamento dos fatores de calibração utilizando o programa TSOFT (Vauterin, 1998); análise de marés padrão ICET (Ducarme, 1975); análise de influências ambientais (Schwab, 1999); envio dos resultados ao ICET DATABANK, situado junto ao ORB, onde são armazenados todos os dados obtidos mundialmente relativos às marés terrestres. O pessoal envolvido na estrutura de funcionamento e apoio para estas diferentes etapas e atividades, desde 1995, são mostrados na Tabela 6.

**TABELA 6- PROFISSIONAIS E ATIVIDADES RELATIVAS À UTILIZAÇÃO DOS DADOS GERADOS NA EMTUFPR A PARTIR DE 1995**

Profissional/Instituição	Atividade/responsável	Detalhamento
Dr. Sílvia R. C. de Freitas-CPGCG, UFPR	Técnico-Científico – Proj. CNPq do qual a estação constitui uma das linhas de pesquisa a partir de 1995.	Controla todas as atividades na EMTUFPR. Realiza a análise de marés padrão ICET; Estabelece os contatos em nível mundial.
Bolsista CNPq Marcus F. Silva (1995-98), UFPR	Pré-análise e análise de dados	Organizou o Banco de dados 95-97- Utilizou os programas PRETERNA e ETERNA
Bolsista CNPq Jeferson de Souza (1998-99), UFPR	Desenvolvimento matemático para a análise ambiental	Estudou os níveis de filtragens possíveis serem aplicados aos sinais sem perda de informação
Doutorando E. D. Saatkamp – CPGCG, UFPR	Manutenção eletrônica e descarga de dados	Controla o instrumental da EMTUFPR; Realiza a descarga de dados;
Doutorando A Pires(2000)-CPGCG, UFPR	Procedimentos de descarga de dados;	Auxilia no controle do instrumental e descarga de dados
Dr. Sílvia H. Schwab- DFIS, UFPR	Banco de Dados, pré-análise e análise ambiental	Utiliza os programa TSOFT, Loading89 e MATLAB
Bolsista UFPR Guilherme B. Blitzkow (2000)-UFPR	Organização do Banco de Dados 2000	Realizou a organização e pré-análise dos dados 2000
Dr. Bernard Ducarme-ORB	Consultor científico; ICET	Apoio
Dr. Paul Melchior-ORB	Consultor científico;	Apoio
Dr. M. Van Ruymbeck-ORB	Consultor técnico – sistemas de aquisição eletrônica	Desenvolveu os sistemas EDAS e $\mu$ DAS
Dr. Olivier Francis-	Consultor técnico-científico	Apoio - programa Loading89
Dr. Paul Pâquet-ORB	Consultor científico	Apoio
M. Hendrickx-ORB	Consultor técnico	Apoio
L.Vandercoilden-ORB	Consultor técnico	Apoio
Dr. Marta Mantovani, USP	Consultor técnico	Apoio
Dr. Wladimir Shukowsky-USP	Instalação do gravímetro LCRG913; Consultor técnico	Apoio

## 5. ASPECTOS LIGADOS À ANÁLISE DOS DADOS

Os procedimentos inerentes à obtenção de dados com qualidade de acordo com o nível internacionalmente exigido atualmente são extremamente complexos e devem seguir um rígido controle. Enumera-se abaixo os principais procedimentos nesse sentido:

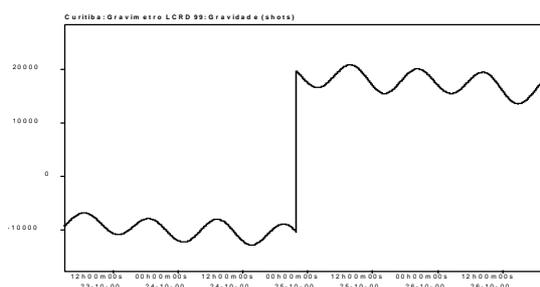
- 1) Aspectos Instrumentais: controle na instalação dos gravímetros, nivelamento, calibração mensal, controle de temperatura e de umidade do ar ambientes, de calibração dos sensores de pressão e temperatura.
- 2) Aspectos de Aquisição: estabilização do sistema de aquisição, energização do sistema, aplicação de programa LTERM com a indicação dos parâmetros de funcionamento, configuração do  $\mu$ DAS ou EDAS, descarga mediante LTERM, criação de arquivos brutos, reinicialização do sistema após a descarga;
- 3) Organização do Banco de Dados: transferência e controle rígido de datas e horários. Preparação dos dados para a pré-análise. Na Tabela 7 apresenta-se um resumo parcial do Banco de Dados 2000. A = arquivo; DI = Data inicial; DF = data final; HI = hora inicial e HF = hora final. O Banco de Dados desde 1997 se constitui de dados-minuto de marés gravimétricas em um, dois ou três canais, dados de temperatura e pressão, em um ou dois canais para cada parâmetro monitorado. O total estimado é de 4,8 milhões de dados disponíveis no total.

**TABELA 7- EXEMPLO DO RESUMO DO BANCO DE DADOS**

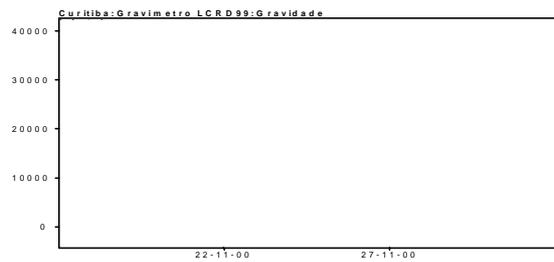
A	DI	HI	DF	HF
gl180200.cta	20/01/00	12:35:30	18/02/00	12:56:30
gl220300.cta	13/02/00	19:54:30	22/03/00	15:03:30
gl280400.cta	22/03/00	01:28:30	28/04/00	20:46:30
gl160500.cta	08/04/00	07:18:30	15/05/00	03:43:00

- 4) Pré-análise dos dados: após a junção dos arquivos brutos, e colocação em formato apropriado, procede-se à avaliação de perdas de dados, correção de falta de dados (“gaps”), de picos (“spikes”) devido a perturbações externas, e de saltos no nível de aquisição (“steps”) devidos ao próprio sistema de aquisição em geral. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam exemplos destes tipos de problema.

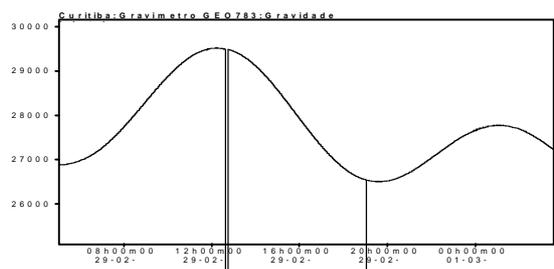
**Fig. 2 - “STEPS” observados nos dados**



**Fig. 3 - “GAPS” observados nos dados**

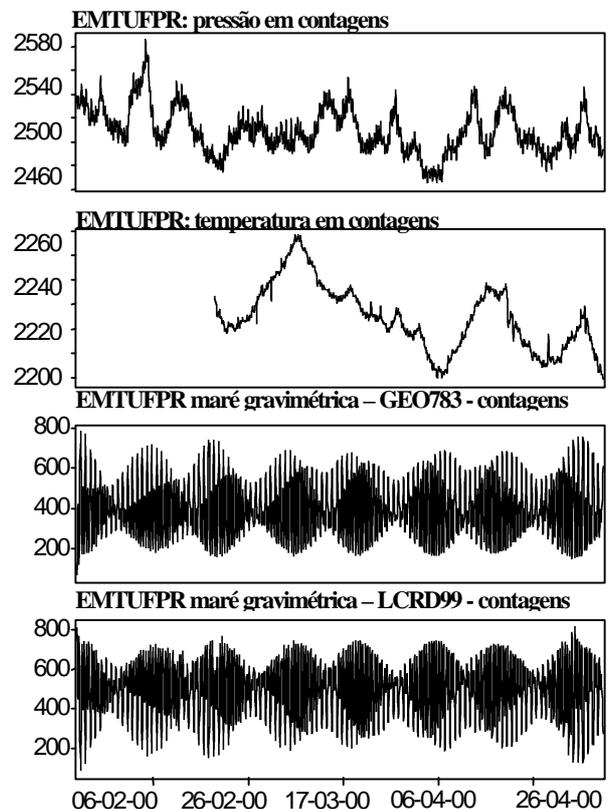


**Fig. 4 - “SPIKES” observados nos dados**



Na Figura 5 mostra-se o aspecto de uma parte dos os sinais pré-processados no ano de 2000, para a pressão, temperatura, sinal gravimétrico obtidos com o GEO783 e com o LCRD99.

**Fig. 5 – Sinais ambientais e gravimétricos pré-processados**



Observe-se nesta última figura que houve uma perda de dados de temperatura do período, e que mostra-se as marés dos dois gravímetros com inversão de fases, características estas detectadas no pré-processamento e adequadas para o processamento.

- 5) Análise dos dados: após a pré-análise dos dados, realizada com o aplicativo TSOFT (Vauterin, 1998) desenvolvido pelo ORB, os arquivos são colocados em formato internacional para processamento. O processamento é feito utilizando-se os programas MT, padrão ICET (Ducarme, 1975). Nestes programas são gerados a maré teórica prevista para a estação de acordo com um potencial perturbador e modelo de Terra selecionados. Uma análise típica de maré fornece os fatores de amplitude e fase das principais ondas de marés no local da estação, conhecidos como parâmetros de maré, e que caracterizam a resposta local à influência perturbadora da Lua e do Sol sobre o planeta., comparados com o previsto teoricamente para a estação.
- 6) Análise de influências ambientais: nesta etapa são calculadas as funções de transferência em amplitude e fase entre os parâmetros de ambiente (pressão, temperatura) e as medidas gravimétricas. Utiliza-se o aplicativo MATLAB e programas específicos desenvolvidos para este fim (Schwab, 1999). Para este fim, é importante o trabalho continuado de calibração/afiação dos gravímetros envolvidos na aquisição dos dados, realizados normalmente uma vez ao mês, e a avaliação do comportamento dos sensores de monitoramento ambiental, realizada através da comparação com instrumentos-padrão.
- 7) Os resultados obtidos são comunicados ao ICET e divulgados junto à comunidade científica pela disponibilização dos acessos ao ICET DATABANK.

## 6. TRABALHOS PUBLICADOS SOBRE A EMTUFPR

As primeiras publicações sobre a EMTUFPR foram as feitas por Gemael (1986) e Melchior et al. (1989), onde constam aspectos do programa que permitiu a sua instalação e os primeiros resultados obtidos dos parâmetros locais de maré. Cinco teses de Doutorado tiveram parte de seus trabalhos, ou toda a totalidade, baseadas nos dados obtidos na estação ou desenvolvidos a partir de procedimentos iguais aos adotados na estação: Ratton (1986), Leite (1991), Freitas (1993), Cordini (1998) e Schwab (1999). Uma dissertação de Mestrado também envolveu os mesmos aspectos, feita por Modro (1997). Poderiam ser citados muitos dos trabalhos publicados em Simpósios e Revistas, relacionados com resultados obtidos na estação. Entretanto, nos trabalhos anteriormente mencionados, pode-se encontrar estas referências, que não serão listadas aqui.

Cabem ainda ser destacados trabalhos recentemente publicados em periódicos como o PEPI (Phys. Earth Plan. Int.) e SAJG (South American Journal of Geosciences). Paralelamente, estão sendo realizados cooperações com o Serviço Geográfico Militar do Uruguai e intercâmbio de informações com Universidades Argentinas, no sentido de se ter maiores subsídios para trabalhos envolvendo o Datum Vertical Brasileiro.

## 7. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Apesar da longa história de ocupações, a manutenção dos trabalhos científicos ligados à EMTUFPR demandam um grande envolvimento por parte do pessoal que tem atuado na área, pela dificuldades inerentes à precisão final requerida, à precisão dos instrumentos de aquisição, às dificuldades de manutenção e substituição de componentes. Cada trabalho realizado na estação, entretanto, tem contribuído para desenvolver no Brasil, esta área ainda pouco explorada, e que oferece ainda muitas perspectivas de trabalho, em termos do estabelecimento de estações temporárias, e também de apoio a outros estudos nas áreas de Geodésia, Geofísica, etc. Deve-se ainda ressaltar a grande contribuição de cada uma das Instituições externas à UFPR aqui citadas teve para com esta linha de pesquisa em Geodésia do CPGCG. Por outro lado, também deve ser destacado o papel do Dr. Hans-Georg Wenzel (Hannover, Alemanha) que a partir de 1995 contribuiu para a abertura de nova linha de trabalhos na parte de análise ambiental, e também com outros trabalhos de gravimetria realizados na Instituição.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GEMAEL, C.. **Determinação da gravidade em Geodésia**. Curitiba, CPGCG, 78p., 1985.
- CHUECA, R., DUCARME, B. & MELCHIOR, P.. Preliminary investigation about a quality factor of tidal gravity factors. Brussels, **IAG-BIM** 94: 6334-37, 1984.
- DUCARME, B.. The computation procedures at the International Center of Earth Tides (ICET). Grenoble, **Proceedings of the 17<sup>th</sup> IUGG General Assembly**, 1975.
- FREITAS, S. R. C.. **Marés gravimétricas: implicações para a placa sul-americana**. São Paulo, Tese de Doutorado, IAG-USP, 264p., 1993.
- FREITAS, S. R. C., SCHWAB, S. H. S., MANTOVANI, M. S. & SHUKOWSKY, W.. The earth tide program of observation and instrumentation in Brazil. Brussels, **Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Symposium on earth tides**, p. 223-29, 1998.

- LEITE, O. H. S.. **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, 1992.
- MELCHIOR, P., VAN RUYMBECKE, M. & POITEVIN, C.. TWTGP II (West Africa and South America). Brussels, **IAG-BIM** v(2): 132p., 1989.
- MELCHIOR, P. & FRANCIS, O.. Comparison of recent ocean tide models using ground-based tidal gravity measurements. **Marine Geodesy**, 19: 291-330, 1986.
- MODRO, N.. **Análise de desempenho instrumental na Estação de Marés Terrestres da UFPR.** Curitiba, Dissertação de Mestrado, CPGCG-UFPR, 127p., 1997.
- RATTON, E.. **Uma contribuição ao estudo de marés terrestres no Brasil.** Curitiba, Tese de Doutorado, CPGCG-UFPR, 1986.
- SCHWAB, S. H. S.. **Marés gravimétricas: influências ambientais e calibração instrumental: estudos na estação Curitiba.** Tese de Doutorado. Curitiba, CPGCG-UFPR, 1999.
- VAUTERIN, P. . Graphical and interactive software for analysis on earth tide information. **Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Symposium on earth tides**, p. 481-84, 1998.