



**UFPR**  
Universidade  
Federal do Paraná

**Ciências Geodésicas**

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

**Sílvio Rogério Correia de Freitas**  
**Vagner Gonçalves Ferreira**  
**Alessandra Svonka Palmeiro**  
**Regiane Dalazoana**  
**Roberto Teixeira Luz**  
**Karoline Paes Jamur**  
**Pedro Luis Faggion**

**Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências da  
Terra - Departamento de Geomática**  
**Caixa Postal 19.001 – Curitiba/PR – Brasil**





**UFPR**  
Universidade  
Federal do Paraná

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Ciências Geodésicas

- **INTRODUÇÃO E ANTECEDENTES**
- **TRABALHOS PRELIMINARES JUNTO AO DVB**  
(em complemento ao apresentado sobre a RVFB)
- **GEOPOTENCIAL: alguns resultados**
- **PERSPECTIVAS: DVB e RVSIRGAS**



**UFPR**  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

- 1994 – Acordo de cooperação técnico-científica UFPR/IBGE com ênfase em instrumentação geodésica;
- 1995 – Apresentação conjunta UFPR/IBGE na CISBGf;
- 1995 – Visita conjunta ao DVB UFPR/IBGE;
- 1997 – Reativação de observações no Datum Vertical do Sistema Geodésico Brasileiro (DVB). Estação IMBI;
- 1997 – IAG General Assembly (Rio de Janeiro);
- 1998 – GT III SIRGAS (CICT - Santiago);
- 2000 – Campanha SIRGAS;
- 2001 – VeReS (Cartagena).



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



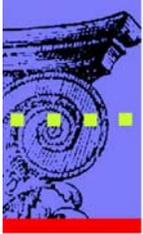
Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Em 1997 foram iniciados estudos dos aspectos geodinâmicos no DVB e um perfil com mais duas estações:

- Campanha Mutiparamétrica: Marés oceânicas (IMBI), marés gravimétricas, temperatura, pressão atmosférica e GPS em IMBI e BLUO.

Coordenadas Cartesianas médias das estações no ITRF 1994.0, época 1995.4, fixando as estações PARA, SANT e BRAZ, 25 dias de observações contínuas em abril e maio de 1997

Estação	X (m)	$\sigma_x$ (mm)	Y (m)	$\sigma_y$ (mm)	Z (m)	$\sigma_z$ (mm)
BLUO	3728247.3387	0.2	-4301512.4071	0.2	-2867528.3883	0.1
IMBI	3714672.3986	0.2	-4221791.3892	0.2	-2999637.9143	0.1



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

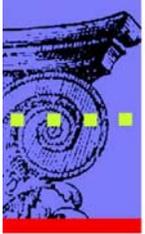


Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Resíduos finais de maré gravimétrica compensados dos carregamentos oceânicos modelados ( $X = B - L$ ), considerando as ondas lunares principais Diurna e Semi-diurna [Ampl. ( $\text{nm.s}^{-2}$ ) / e fase ( $^{\circ}$ )]

Modelo Onda- Estação	Schwidersky	CRS3.0	FES95.2 <sup>a</sup>	ORI	ORI96
O1 - PARA	2.9/138.3	1.7/-22.1	2.2/-35.3	1.4/-26.2	2.0/-50.4
O1 - BLUM	3.4/29.1	3.5/13.4	3.6/22.8	4.1/-2.5	4.2/23.7
O1 - IMBI	9.8/-9.4	10.7/-16.5	10.4/-12.1	11.9/-18.8	11.3/-11.9
M2 - PARA	4.0/38.0	3.5/-65.7	3.3/57.6	1.5/38.9	1.8/35.8
M2 - BLUM	5.5/-64.3	8.9/-260.6	10.5/243.5	6.8/255.1	5.3/255.8
M2 - IMBI	22.5/-3.1	18.9/-19.6	21.8/18.8	17.3/-12.3	17.4/-10.5

Atualmente utiliza-se o FES 2004 para a redução dos dados da altimetria por Satélites.



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Após Cartagena, foram iniciados estudos dirigidos à análise temporal do DVB visando seu vínculo a um SGA e vínculo com suas informações históricas.

- Foi instalado pelo IBGE um novo marégrafo e reativado o antigo;
- Buscou-se evidenciar os efeitos locais relacionados com a evolução do Nível Médio do Mar na região do Datum Vertical Brasileiro





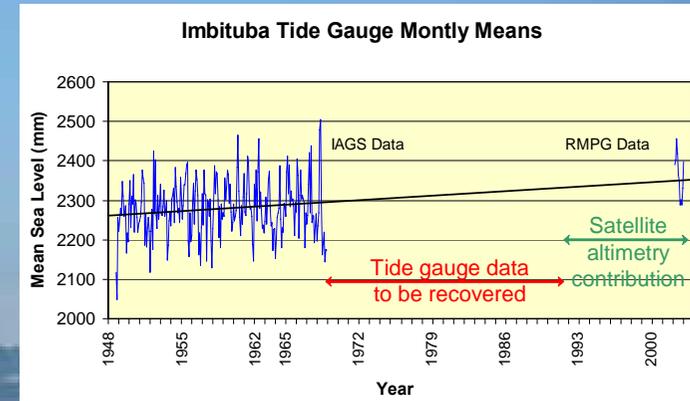
UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

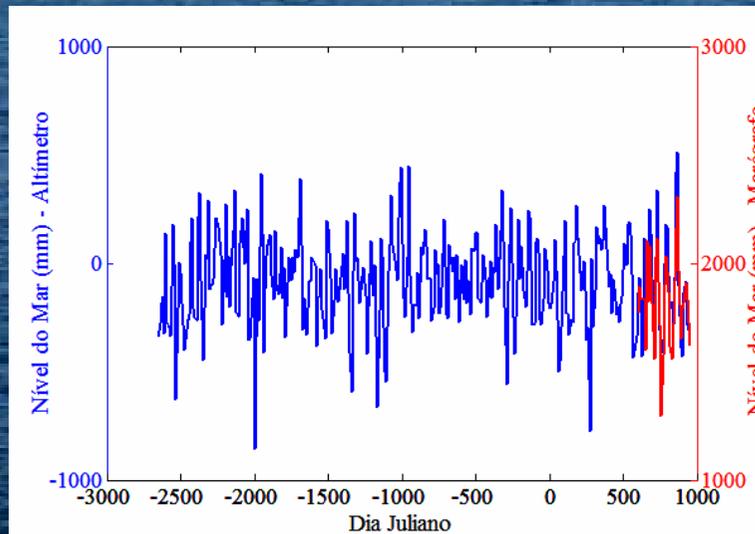
# POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

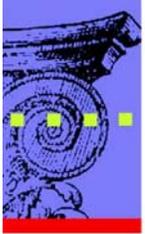


Vínculo do marégrafo com estação GPS



Integração das séries temporais de observações maregráficas e de altimetria por satélites

Comparação entre dados maregráficos e dados da Altimetria Satelital (Topex-Poseidon)



**UFPR**  
Universidade  
Federal do Paraná

**Ciências Geodésicas**

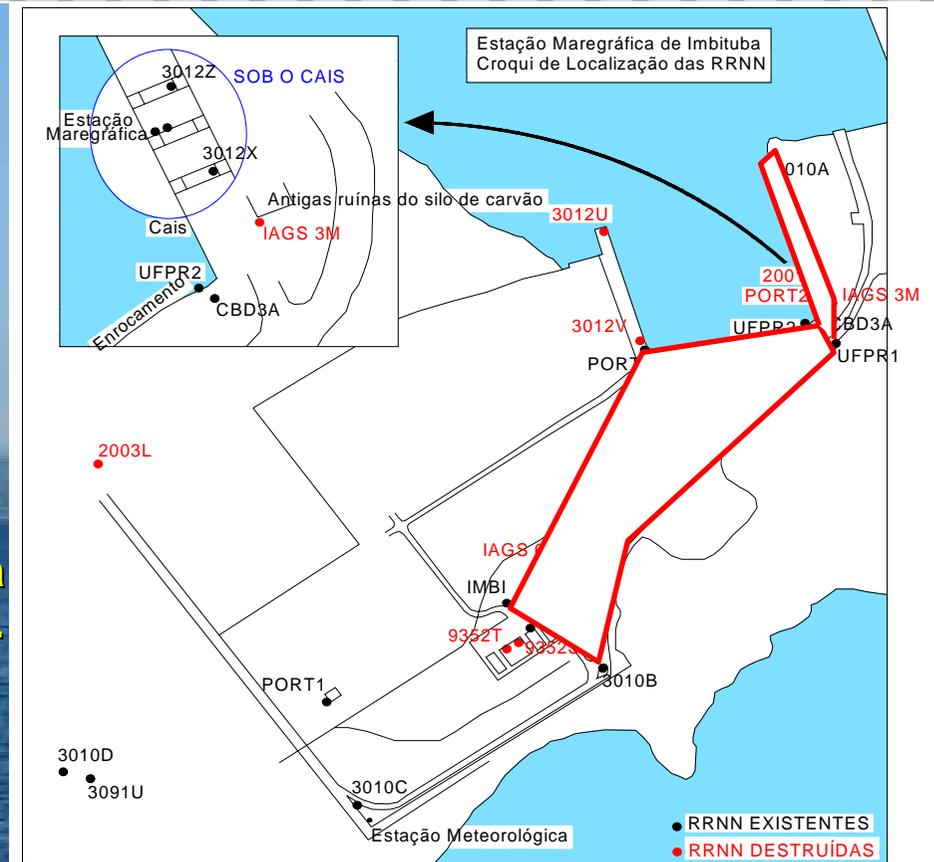
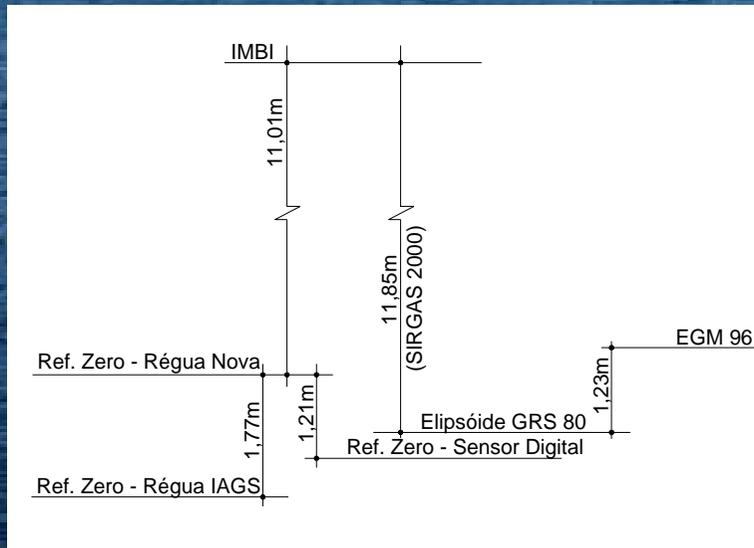
# POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



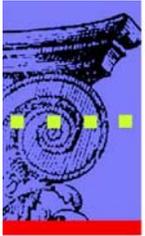
Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008



**Controle vertical das RRNN e da posição geocêntrica do marégrafo. Discriminação dos níveis de referência**



**Recuperação de rede local com novas referências de nível (RNs) e novas linhas de nivelamento. Vínculo da nova estação GPS com a RN mais antiga (USGS), recuperando vínculo histórico.**



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

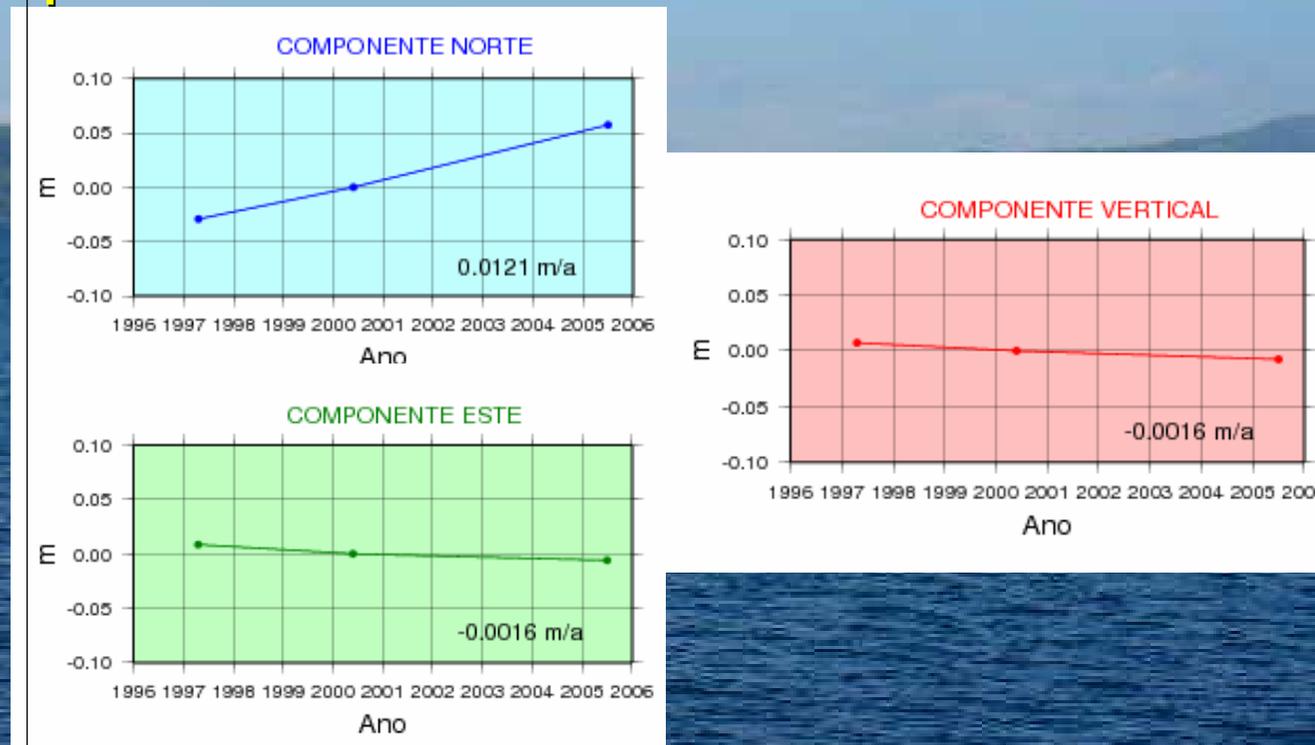
Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

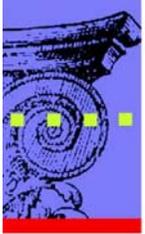


Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Após determinação das velocidades da estação IMBI associada ao DVB e sua comparação com a evolução do NMM foi uma etapa cumprida provisoriamente em vista da disponibilidade de soluções adequadas para 3 de 5 campanhas GPS com 10 ou mais dias de obs. no período de 1997 a 2005.



A convicção da inadequação aconteceu em vista de trabalhos de análise sobre estações SIRGAS para as quais se realizou um trabalho de determinação das velocidades verticais.



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

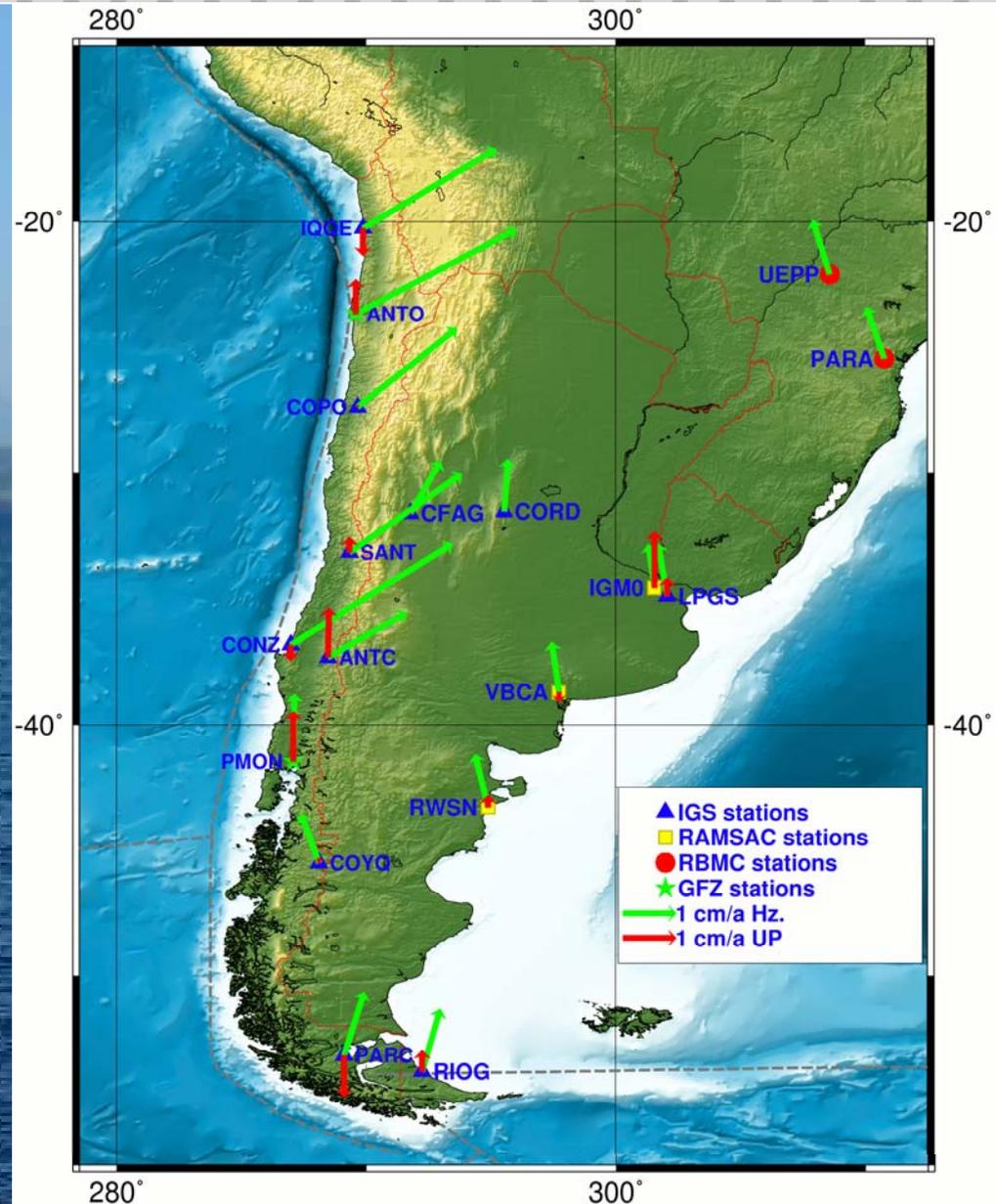


Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

O referido trabalho foi associado com a pesquisa de doutorado de Juan C. Báez Soto.

Título da Tese:

Monitoramento das Deformações da Rede de Referência do SIRGAS em área com atividade tectônica.





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

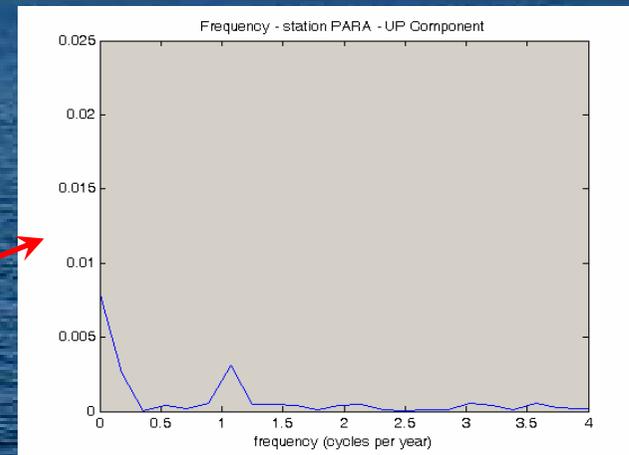
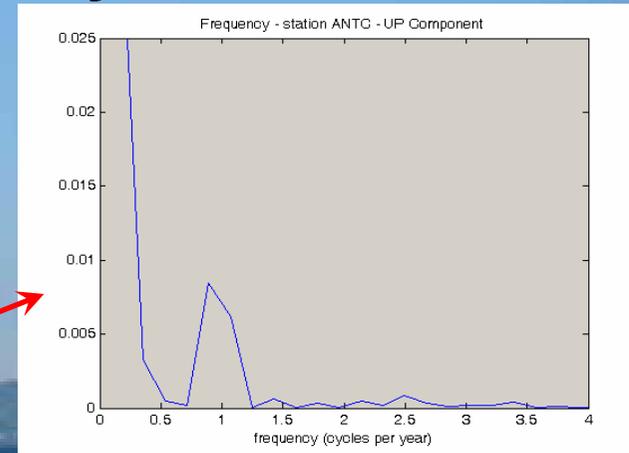
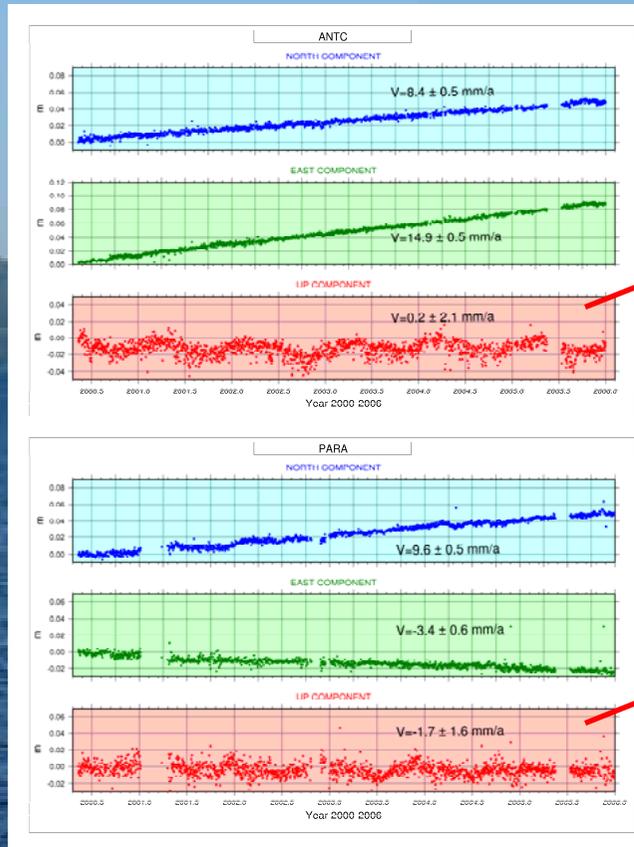
Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

### Análise espectral em estações SIRGAS.



A existência de componentes de variação de longo período na coordenada vertical apontou para a necessidade de estações permanentes para correta determinação de velocidades e discriminação do efeito eustático.



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

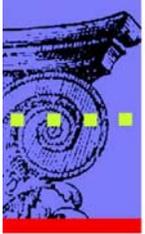
### Estação IMBT



### Estação IMBI



Uma estação permanente SIRGAS junto ao DVB foi instalada em junho/07 em substituição à estação IMBI/SIRGAS. Foi provida a conexão entre as duas estações por 17 dias de observações GPS e adicionalmente por métodos topográficos e de travessia.



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

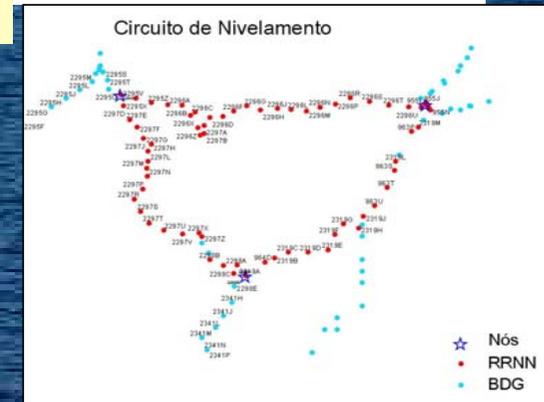
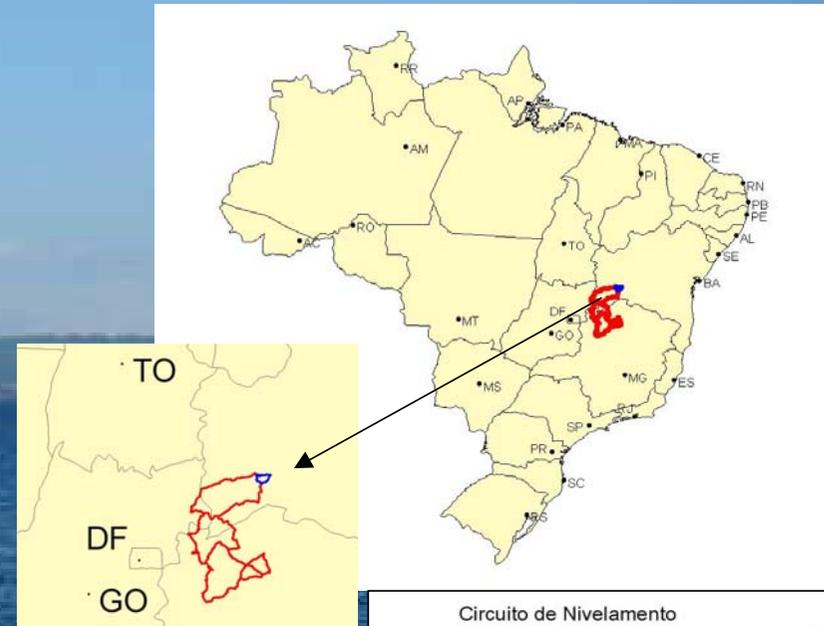
## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Em vista da grande quantidade de dados altimétricos e gravimétricos a serem discriminados e processados de acordo com os objetivos do GTIII do SIRGAS, foi buscado o desenvolvimento de ferramentas para a integração de Informações do SGB por meio de um SIG.

A plataforma foi testada em área com disponibilidade adequada de observações.





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

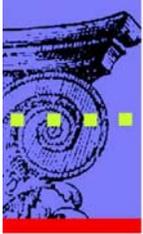
# POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Informações brutas das operações de nivelamento e de gravimetria associadas à Rede Vertical Brasileira foram incorporadas visando dar suporte a algumas etapas da qualificação e do tratamento dos dados, formação de linhas e circuitos, até o cálculo de desníveis geopotenciais. Foram incorporadas todas as etapas antecedentes ao ajustamento.





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

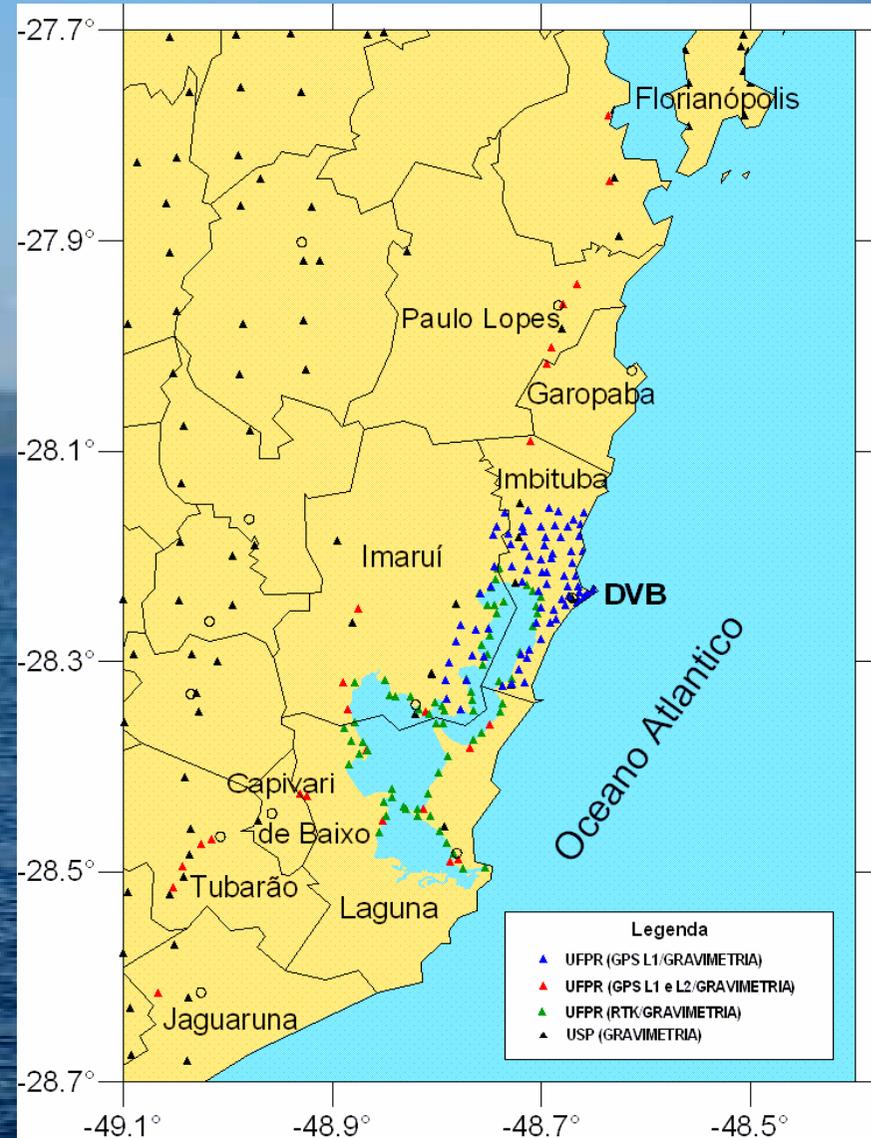
## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

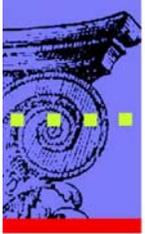


Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Em 2005, 2007 e 2008 foram realizadas 255 novas obs. na região de Imbituba-SC, pelo LARAS/UFPR envolvendo pos. GPS e gravimetria.

Foi implantada uma base geodésica de alta precisão na região, relativamente à qual foram realizadas novas observações concentradas nas imediações do DVB, e em torno do sistema lagunar do Imaruí com perímetro de 150 km e com regime de marés associado ao regime oceânico de Imbituba.





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

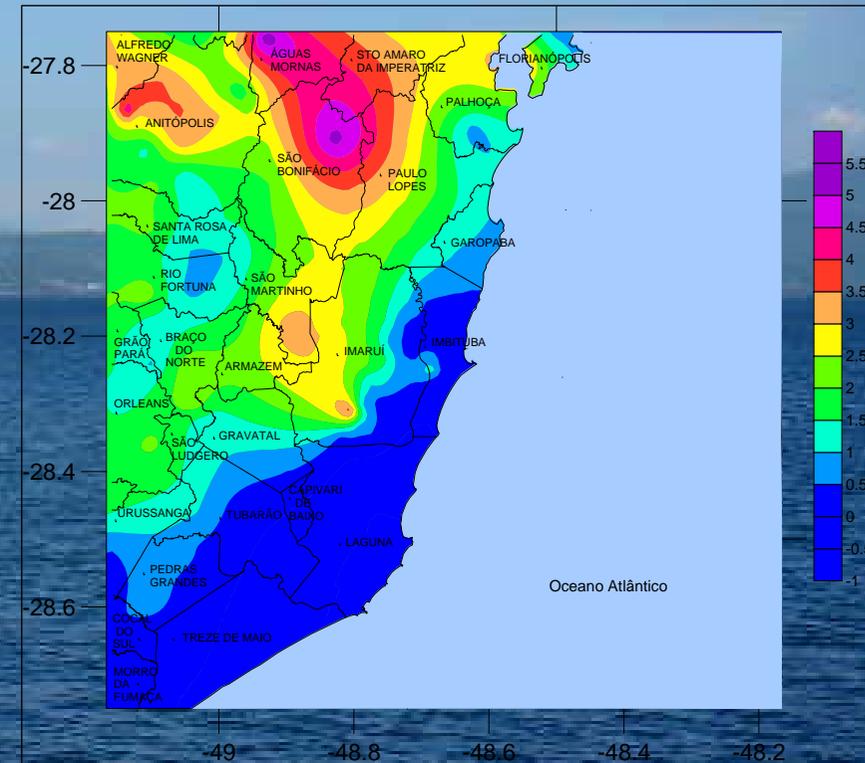
## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



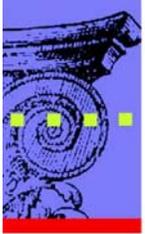
Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

### Análise do Geopotencial na região do DVB.

Um passo adicional é o da modelagem dos efeitos das massas topográficas no Campo da Gravidade na Região adjacente ao DVB. Além de informações de cartas topográficas estão sendo analisados os resultados advindos de modelos como ETPO30, SRTM e com expectativa para a missão TerraSAR.



CORREÇÃO DE TERRENO OBTIDA PELO PROGRAMA TC(mGal).



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

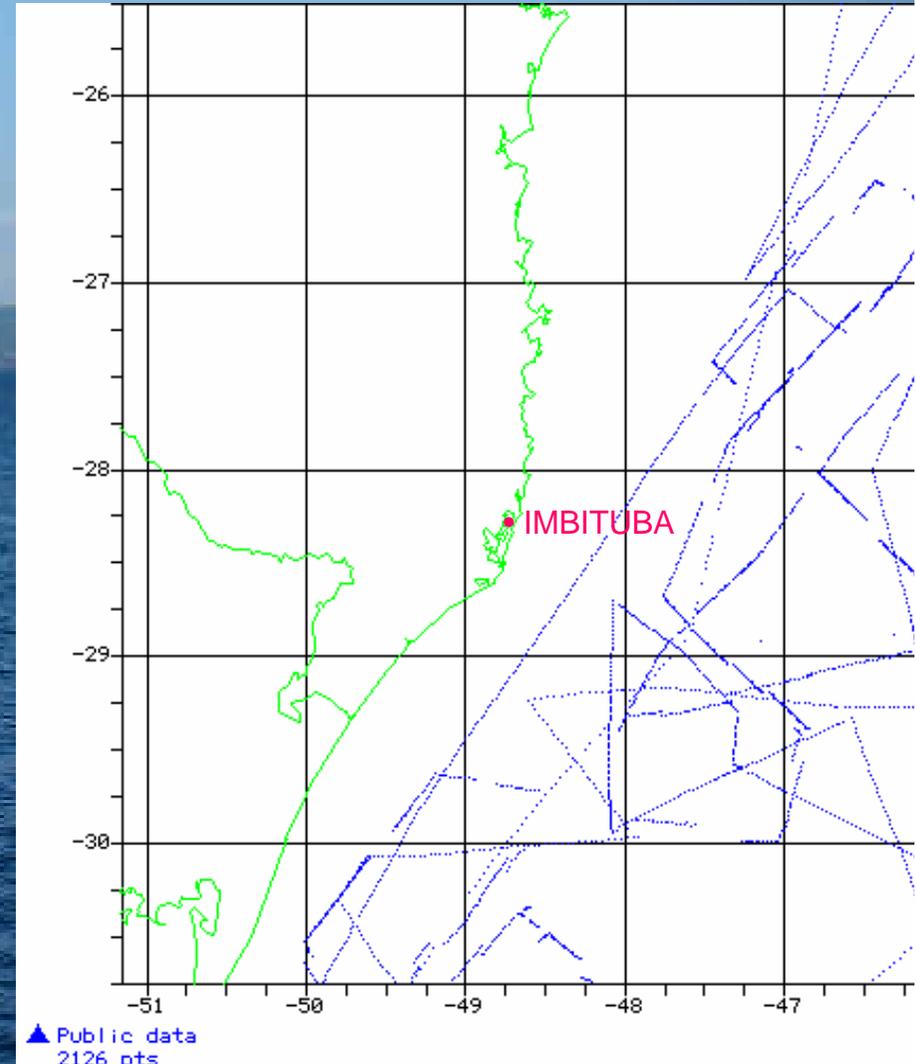


Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

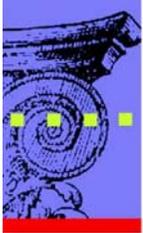
### Análise do Geopotencial na região do DVB.

As novas missões espaciais têm contribuído com a aquisição de informações a respeito do campo da gravidade na região. Como grande potencial de aplicação deve ser mencionado o modelo EIGEN-GL04C.

Além destes dados, busca-se uma melhor acurácia na determinação do geóide/quase-geóide local, serão utilizados dados de gravimetria marinha e anomalias da gravidade obtidas de missões altimétricas. Visa-se necessária a ampliação da atual área teste de  $1^\circ \times 1^\circ$  para  $5^\circ \times 5^\circ$



FONTE: BGI, 2008



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Buscou-se estimar a resolução de Modelos Geoidais Globais obtidos de Missões Satelitais e Gravimétricos Regionais para o Estado do Paraná com base em observações GPS sobre RN's.

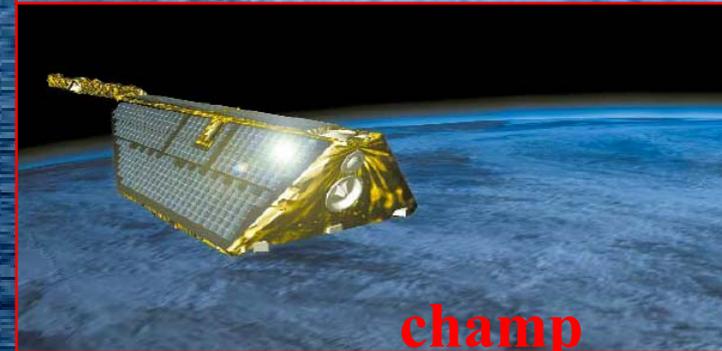
Analisaou-se a resolução espacial efetiva de modelos geoidais globais e regionais em área teste abrangendo o Estado do Paraná com a devida filtragem para comparação com os modelos disponíveis.



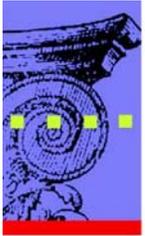
goce



grace



champ



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

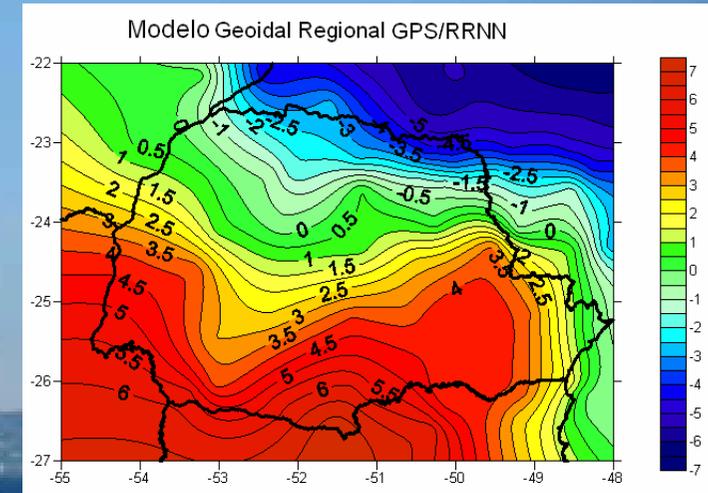
## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



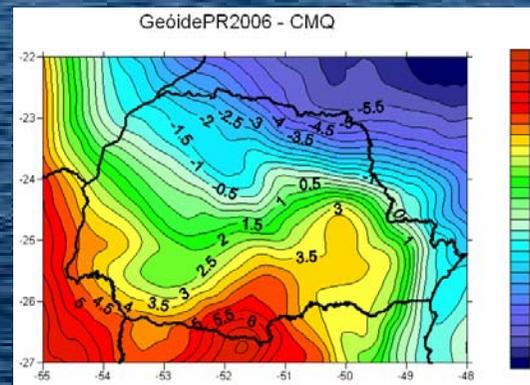
Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Geraou-se uma superfície geoidal usando dados de posicionamento GPS sobre RNs (104 na região de estudo), em função das diferenças  $NGPS = hGPS - HRN$ .

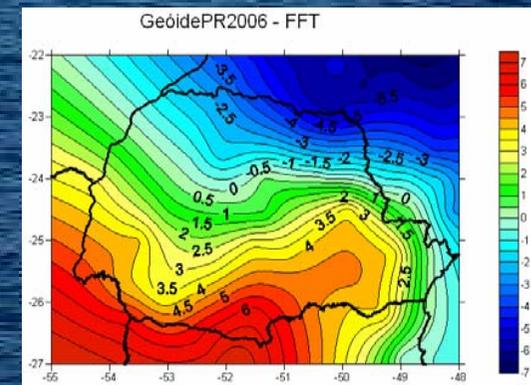
Comparou-se essa superfície com geóides gravimétricos locais, previamente calculados com base em diferentes modelos do geopotencial, para identificar suas resoluções espaciais;

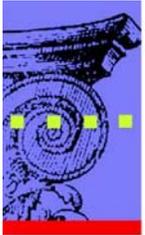


**Geóide PR2006 CMQ**  
**EGM96**  
**rms=82cm**



**Geóide PR2006 FFT**  
**PGM2000A**  
**rms=51cm**





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

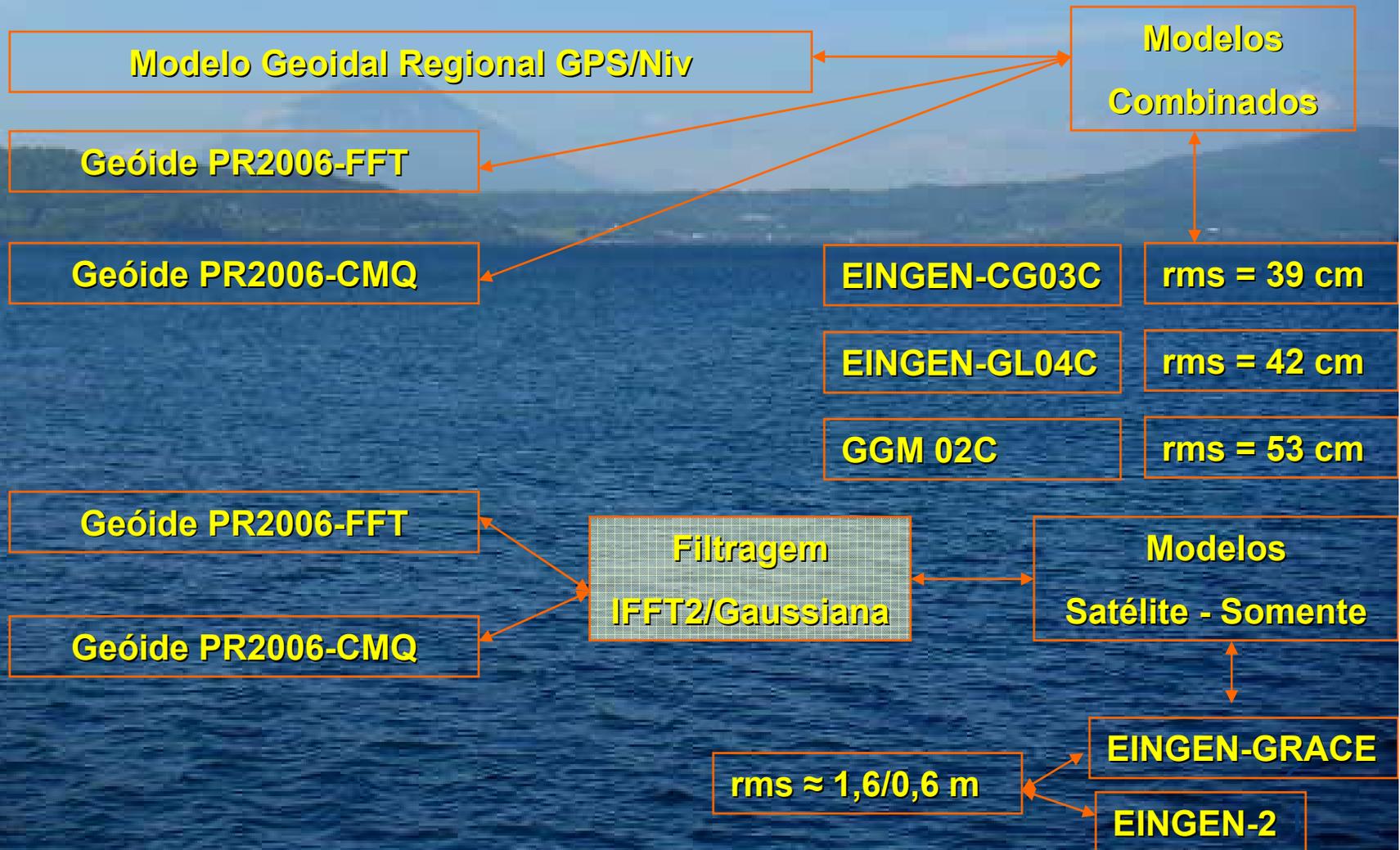
Ciências Geodésicas

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Tratou-se os dados dos modelos globais, obtidos a partir de plataformas orbitais, para identificar os comprimentos de ondas com melhor resolução na região de estudos.





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

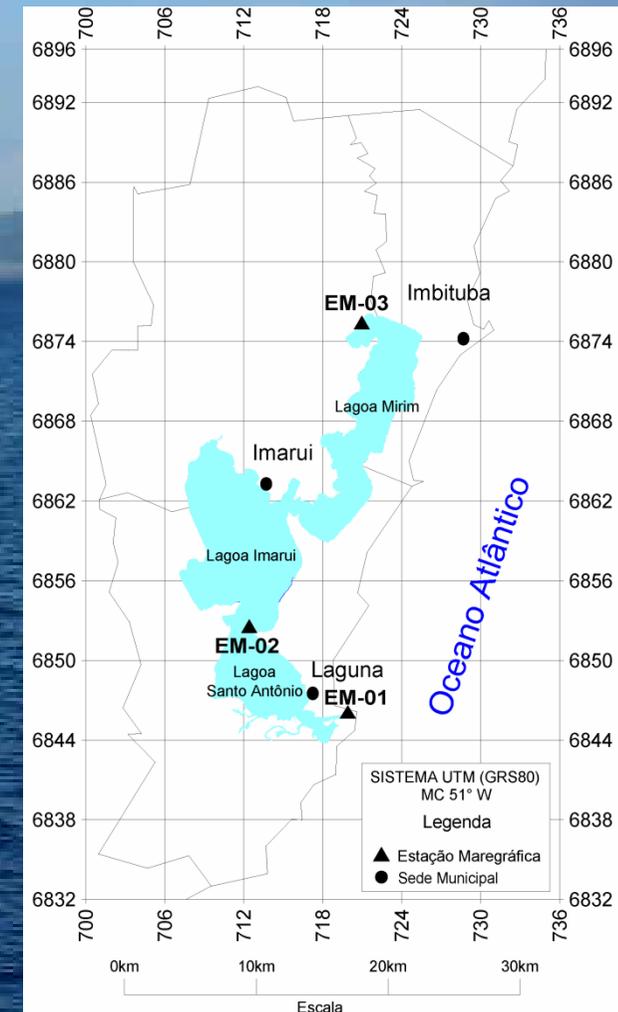
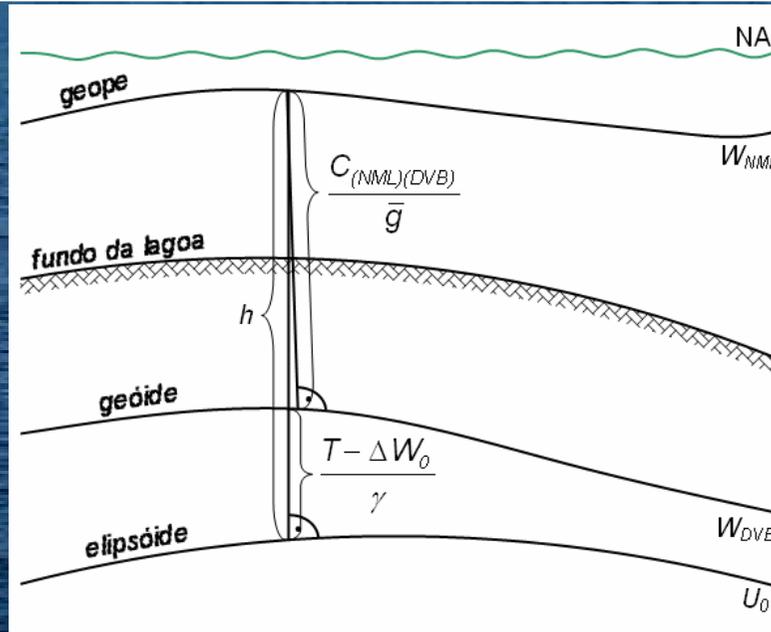


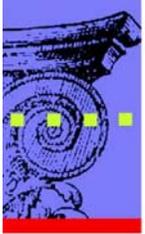
Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

### Análise do Geopotencial na região do DVB com base no sistema lagunar de Imarui, SC

Buscou-se determinar a componente anômala do geopotencial, com base no Sistema Lagunar de Imarui, com regime de marés vinculado ao oceano, visando contribuir para obtenção do valor do geopotencial ( $W_i$ ) no DVB.

$$NML \approx \text{superfície equipotencial} + \varepsilon$$





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

# POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



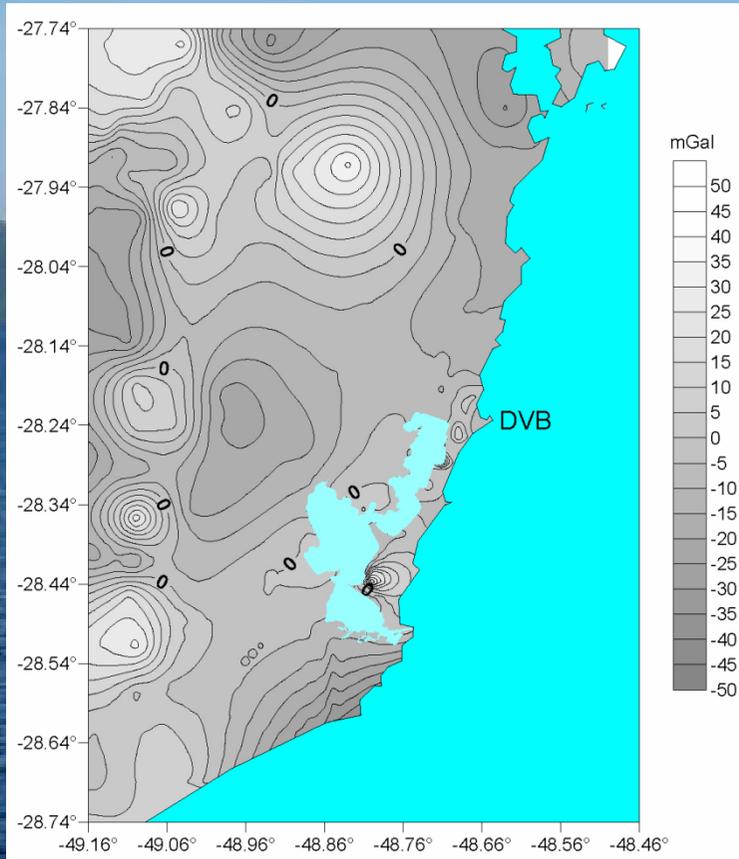
Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

$$W_0 = 62.636.853,11 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

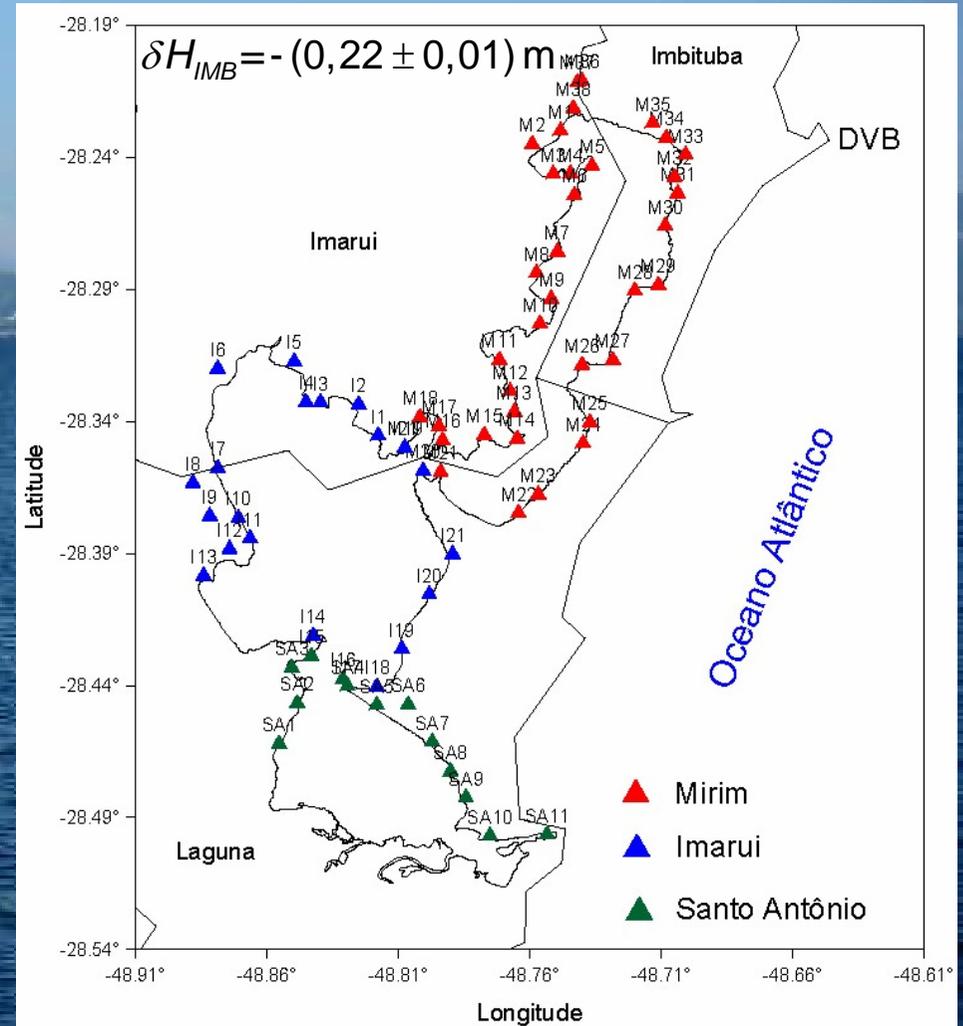
X

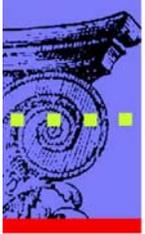
$$W_{IMB} = 62.636.855,26 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

Ciências Geodésicas



Desvio obtido com o modelo EGM96 relativamente às obs. ( $\delta g$ ) (equidistância de 5 mGal)





UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

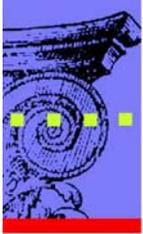
## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

### PERSPECTIVAS: DVB e RVSIRGAS

- Implementar o conhecimento do geóide/quase-geóide na região do DVB via a integração de dados com diferentes resoluções, em diferentes referenciais e oriundos de diferentes plataformas;
- Melhorar o conhecimento da evolução temporal do DVB permitindo sua adequação a um SGA e aplicações;
- Realizar esforços no desenvolvimento de metodologias visando-se contribuir com o GTIII SIRGAS na integração RVFB com a de outros países da América do Sul e com um SGA.



UFPR  
Universidade  
Federal do Paraná

## POTENCIAL ANÔMALO NO DATUM VERTICAL BRASILEIRO



Montevideo, 26 a 30 de maio de 2008

Ciências Geodésicas

**MUITO OBRIGADO!!!**