



UFPR

Universidade
Federal do Paraná

MINI-CONFEGE – PÓS-EVENTO DA
CONFERÊNCIA NACIONAL DE GEOGRAFIA
E CARTOGRAFIA

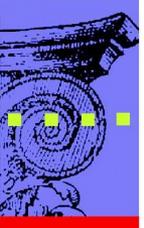
8 DE OUTUBRO DE 2007



***ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM
SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES***

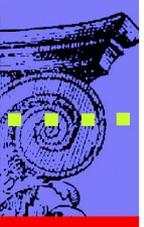
**Sílvio Rogério Correia de Freitas
Roberto Teixeira Luz**





CONTEÚDO:

- APRESENTAÇÃO
- REDE VERTICAL SIRGAS
- REDE SIRGAS: CONEXÃO FÍSICA COM A RAAP - IBGE
- PROBLEMAS ENVOLVIDOS NA CONEXÃO DE REDES VERTICAIS
- ANÁLISE DA RAAP E COMPANHAMENTO DO DVB:
 - HETEROGENEIDADES TEMPORAL E ESPACIAL
 - NÍVEIS DE REFERÊNCIA;
 - POSIÇÃO GEOCÊNTRICA DO DVB
- CONSIDERAÇÕES FINAIS



APRESENTAÇÃO:

- Os *Data Verticais* da América do Sul, em geral, foram estabelecidos por meio de observações maregráficas, relacionadas ao NMM.
- Não foram considerados os efeitos locais que causam uma variação deste nível relativamente à superfície equipotencial W_0 do campo da gravidade melhor ajustada ao NMM global.



APRESENTAÇÃO:

O relacionamento de cada *datum* W_0 se dá via seu potencial da gravidade W_i .

A diferença de potencial $\Delta W = W_i - W_0$ é relacionada com a topografia do NMM (TNMM) na região do *datum* por $TNMM = \Delta W / \gamma$, onde γ é a gravidade normal no ponto considerado.

APRESENTAÇÃO:

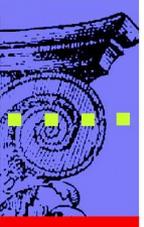
Um Sistema de Altitudes implica necessariamente na consideração de aspectos ligados ao Campo da Gravidade em associação com as operações de nivelamento e no estabelecimento do Nível de Referência.

Em síntese:

Datum Local $W_i = \text{constante}$

Geóide Global $W_o = \text{constante}$

Problema: Determinar $W_o - W_i$ no Datum de cada país



APRESENTAÇÃO:

O estabelecimento de uma rede vertical única para a América do Sul é uma das metas do Projeto SIRGAS. A vinculação das redes verticais nacionais ao SIRGAS pressupõe coerência entre os diferentes *data* verticais

\
Superfície equip. preferencial $W_{\text{sirgas}} = \text{constante} = W_0$

Tal que W_0 atenda a condição: $\int (W - W_0)^2 dS_0 = \text{min}$,

sendo a integral avaliada sobre a superfície do oceano.



REDE VERTICAL SIRGAS

O Projeto SIRGAS sugere que cada um dos países deverá:

- a) adotar um sistema de referência vertical baseado em dois tipos de altitudes: altitudes geométricas (elipsoidais) e altitudes físicas (derivadas de números geopotenciais – tendo sido recomendado como preferencial o sistema de altitudes Normais);
- b) realizar o sistema através de estações geodésicas que tenham nivelamento, medições gravimétricas e coordenadas SIRGAS, incluindo os marégrafos que definem o Datum vertical clássico em cada país.



REDE VERTICAL SIRGAS: Conexão Física com a Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do IBGE

A conexão física da RAAP com o SIRGAS pressupõe uma série de ações:

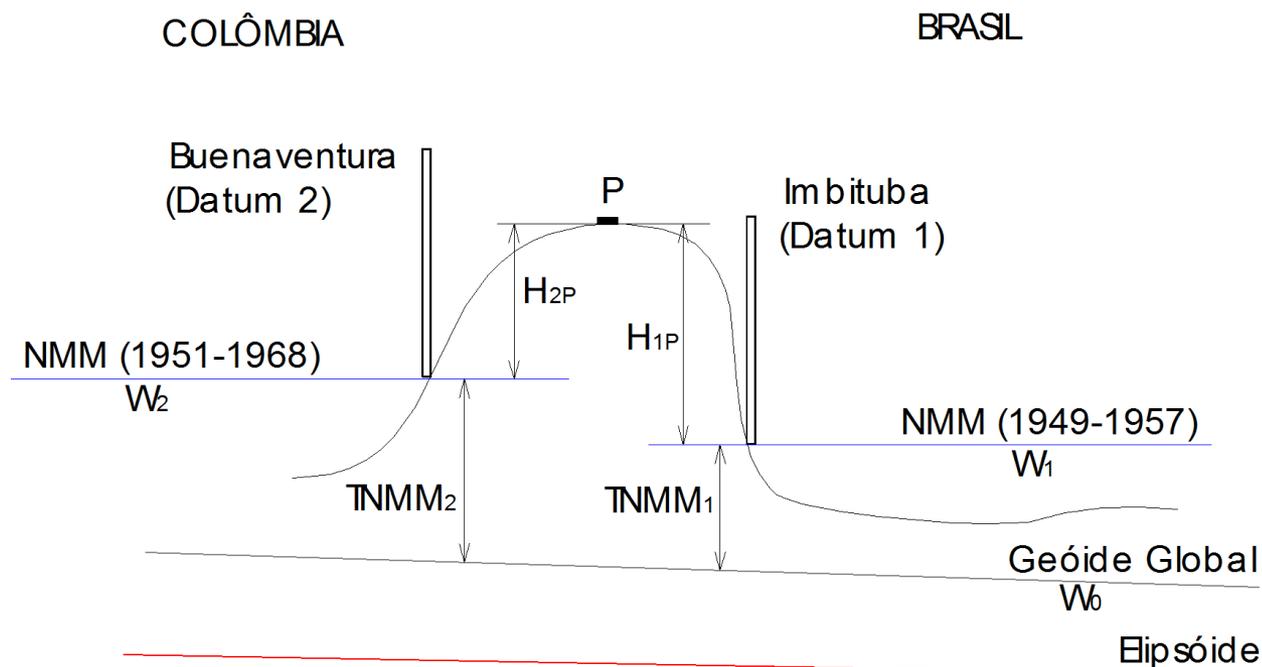
- Recuperação e salvaguarda das informações históricas;
- Determinação da TNMM no DVB e sua relação com a posição original;
- Análise espacial e temporal da rede;
- Dotação de sentido físico às altitudes.

PROBLEMAS ENVOLVIDOS NA CONEXÃO DE REDES VERTICAIS

A maioria dos *Data Verticais* na América do Sul foi definida via observações maregráficas do NMM.

Usualmente as redes verticais foram estabelecidas por nivelamento geométrico e somente com correção teórica do campo da gravidade devida ao não paralelismo das equipotenciais.

PROBLEMAS ENVOLVIDOS NA CONEXÃO DE REDES VERTICAIS



Cada um dos *Data* Verticais tem um afastamento do geóide global (W_0) denominado Topografia do Nível Médio do Mar (TNMM).



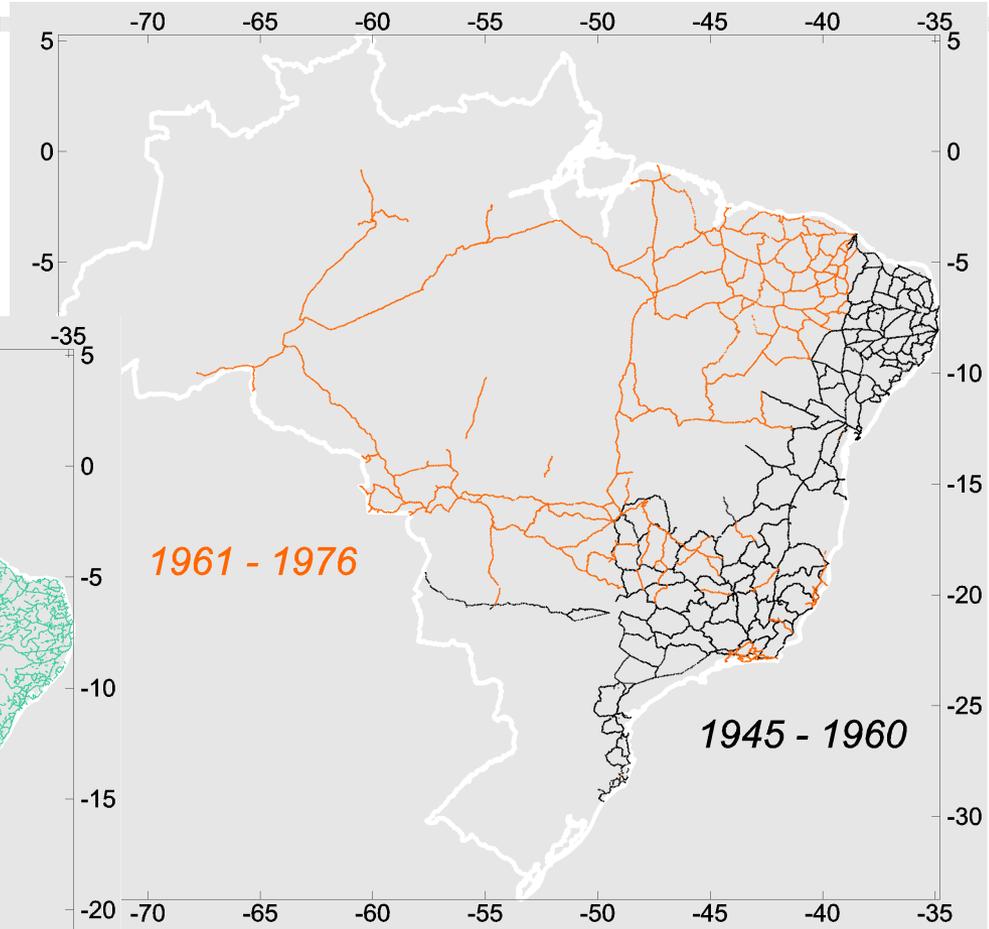
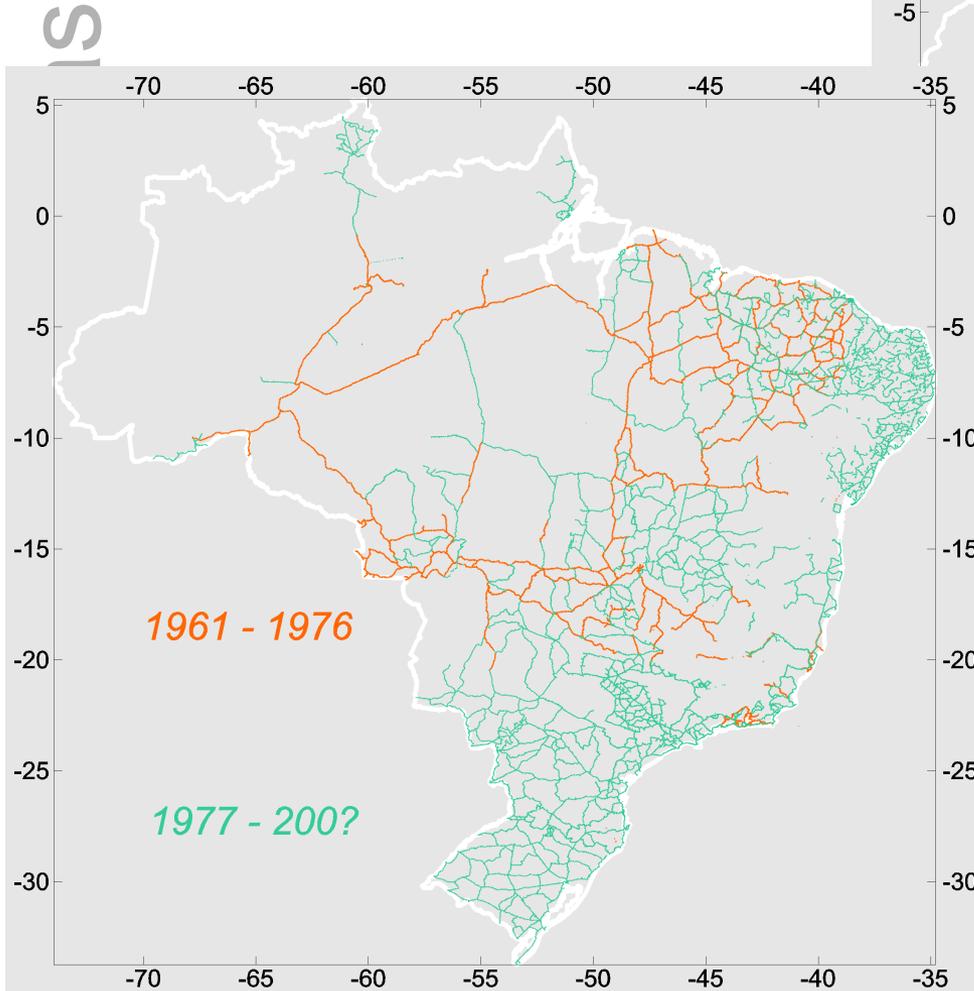
UFPR
Universidade
Federal do Paraná

ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

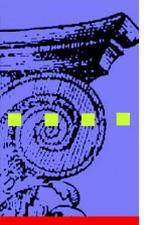
IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PÓS CONFEGE

Heterogeneidade Temporal



Heterogeneidade temporal,
principalmente na região de
IMBITUBA !!!



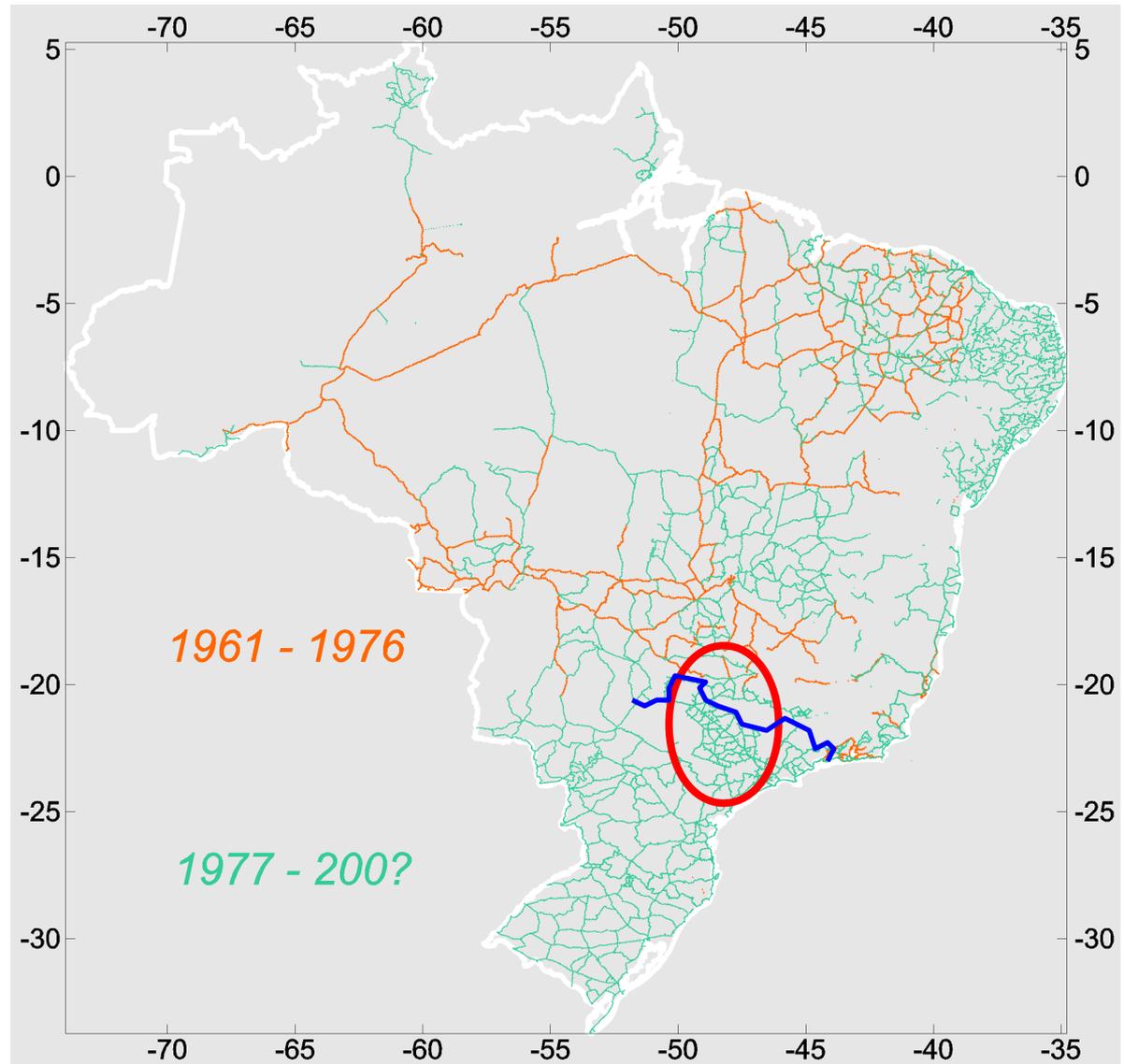
ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

UFPR
Universidade
Federal do Paraná

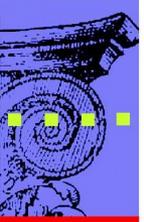
Ciências Geodésicas

Altitudes atuais (cont.)

Heterogeneidade
espacial



ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

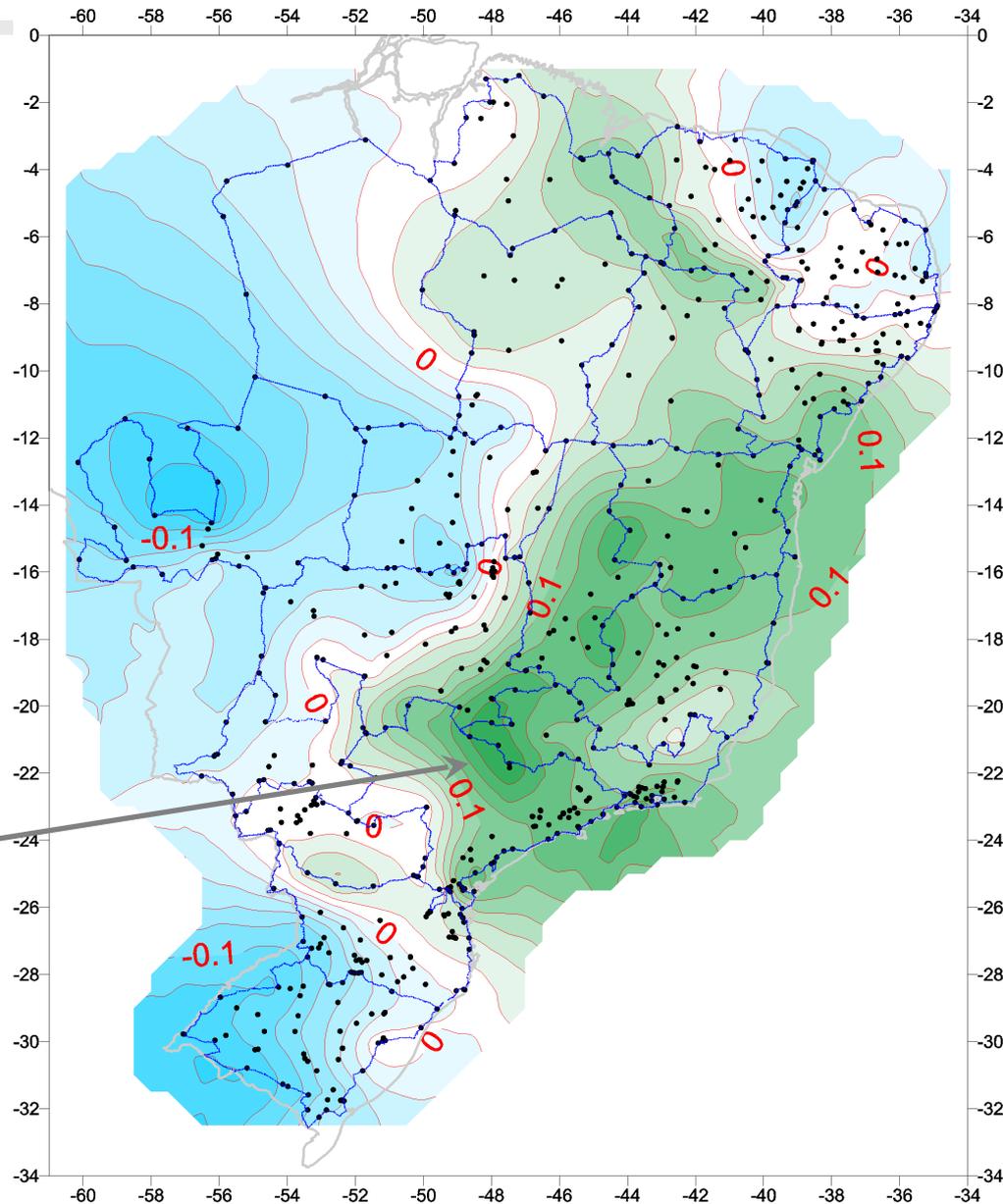


Altitudes atuais

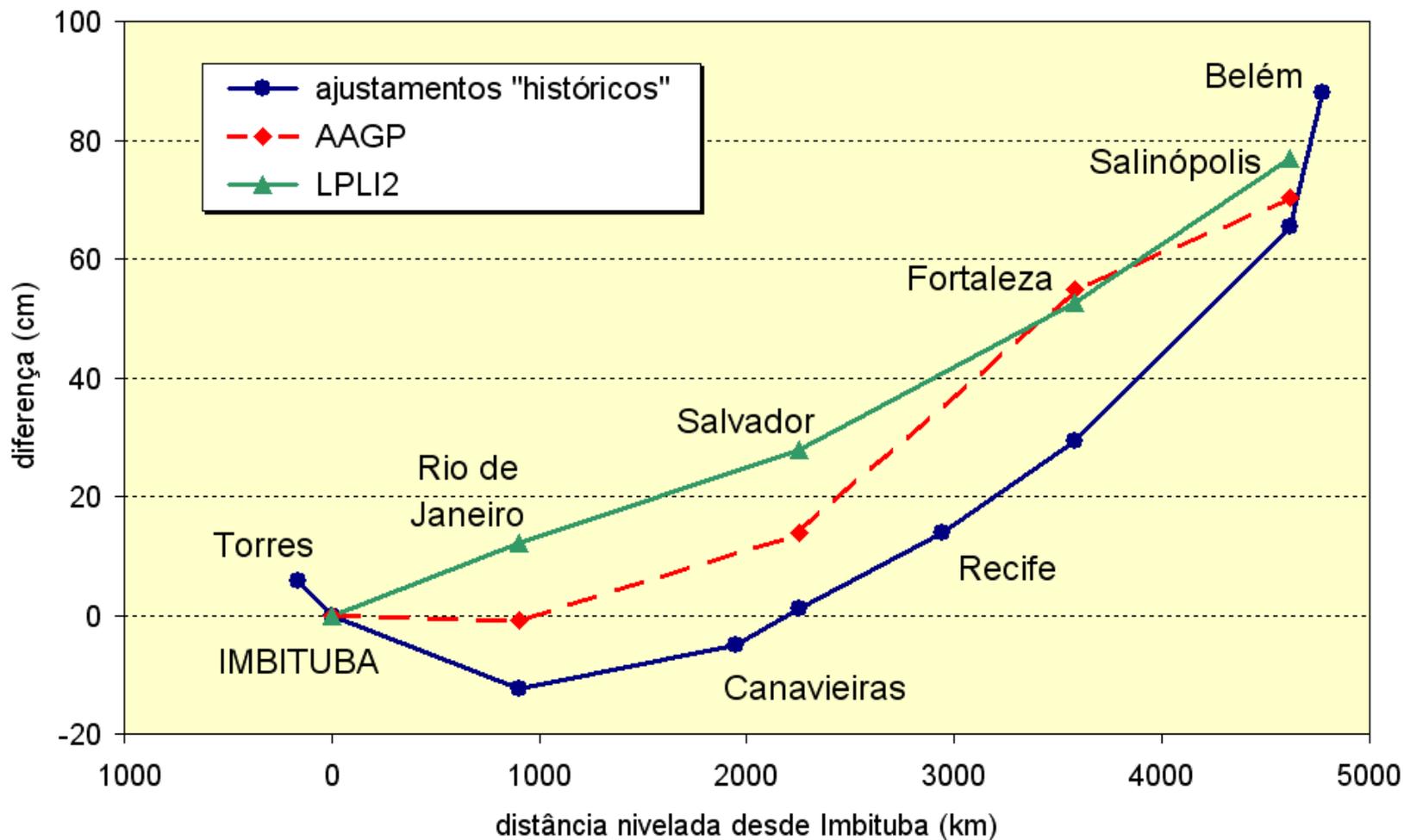
Efeitos do particionamento adotado no AAGP

Diferenças entre altitudes do AAGP original e da rede AAGP integral (m)

máx. 17 cm



ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES





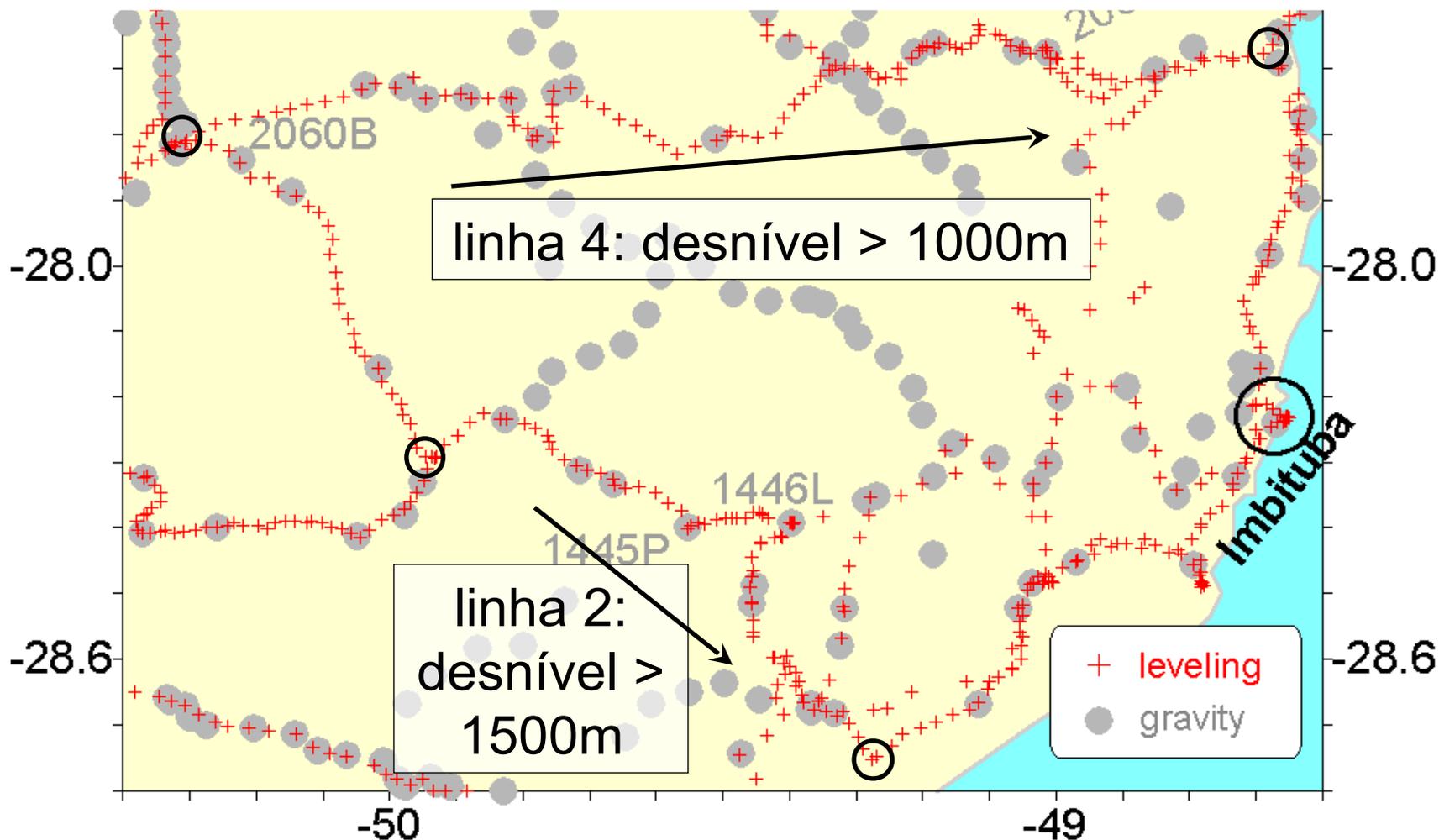
UFPR

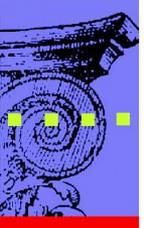
Universidade
Federal do Paraná

Integração de Gravidade à RAAP

Circuito Imbituba: perímetro 643 km

Ciências Geodésicas

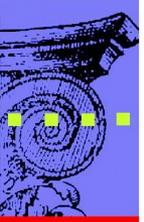




Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

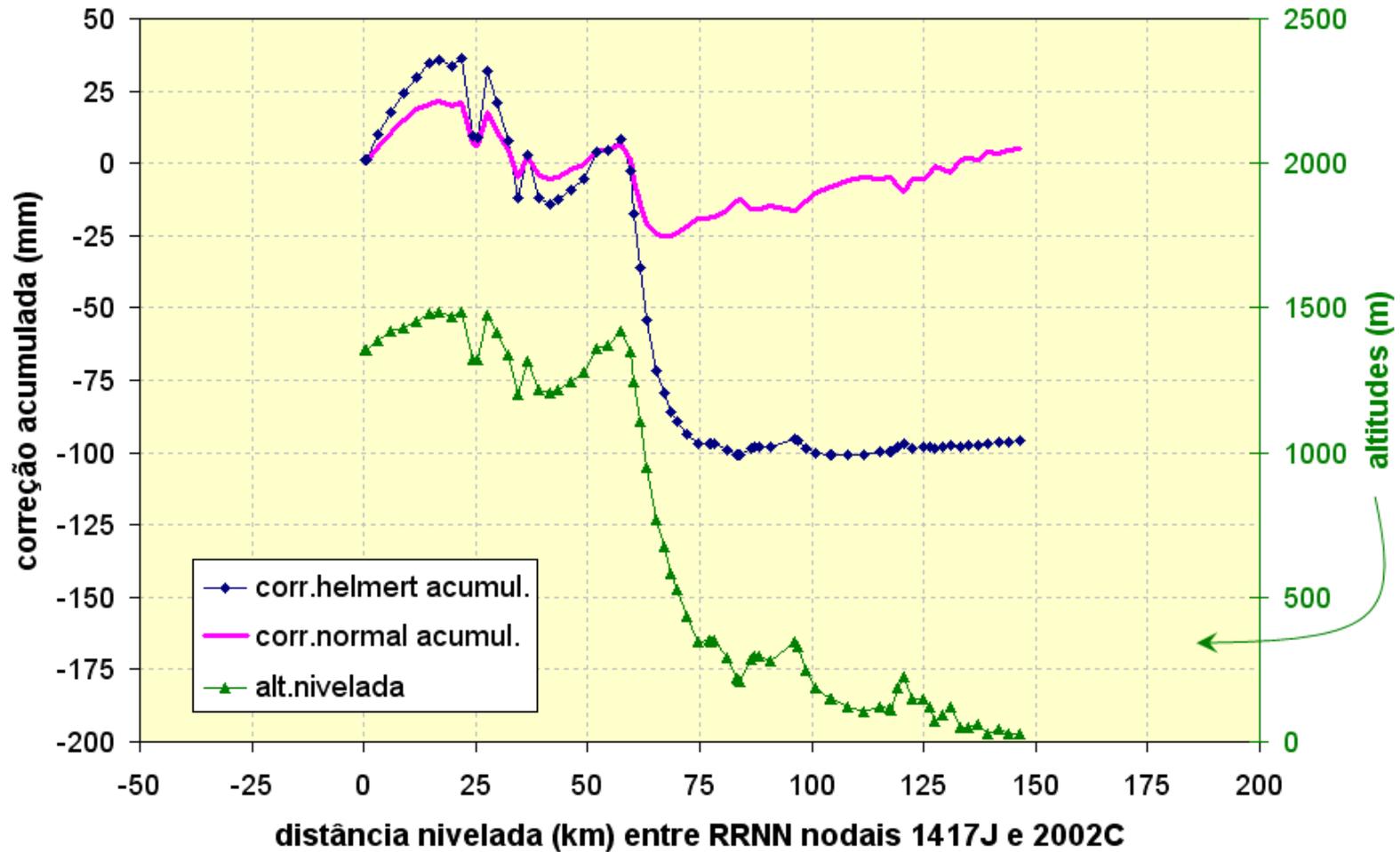
Circuito Imbituba: perímetro 643 km

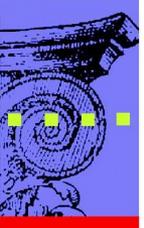
- | | |
|--|-----------|
| a. fechamento desníveis observados: | 62.50 mm |
| b. fech. desníveis normais-ortométricos: | 123.23 mm |
| c. fechamento desníveis dinâmicos: | 120.7? mm |
| d. fechamento desníveis normais: | 0.15 mm |
| e. fechamento desníveis de helmert: | 0.22 mm |



Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

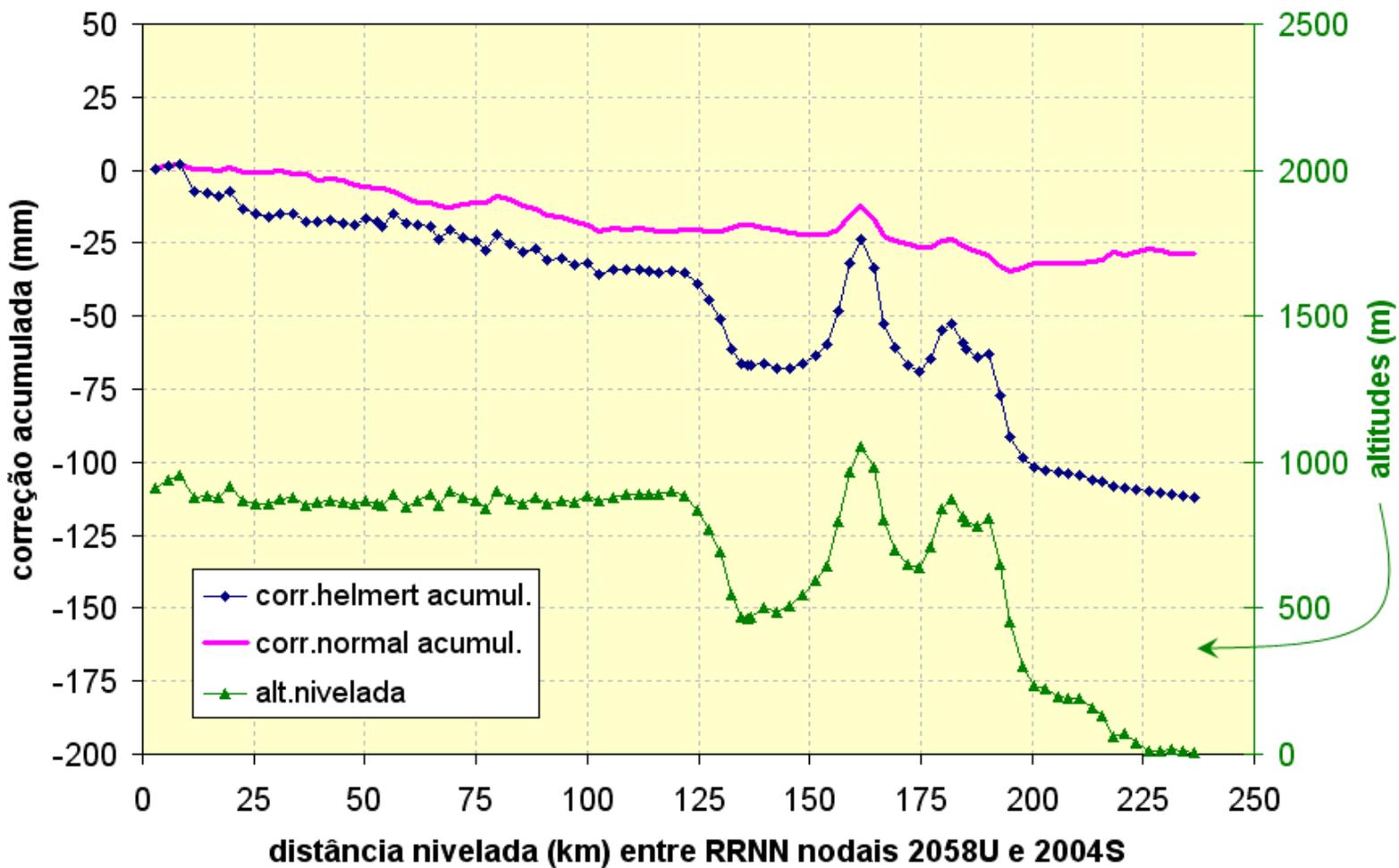
Circuito Imituba, altitudes e correções, linha 2





Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

Circuito Imbituba, altitudes e correções, linha 4





UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

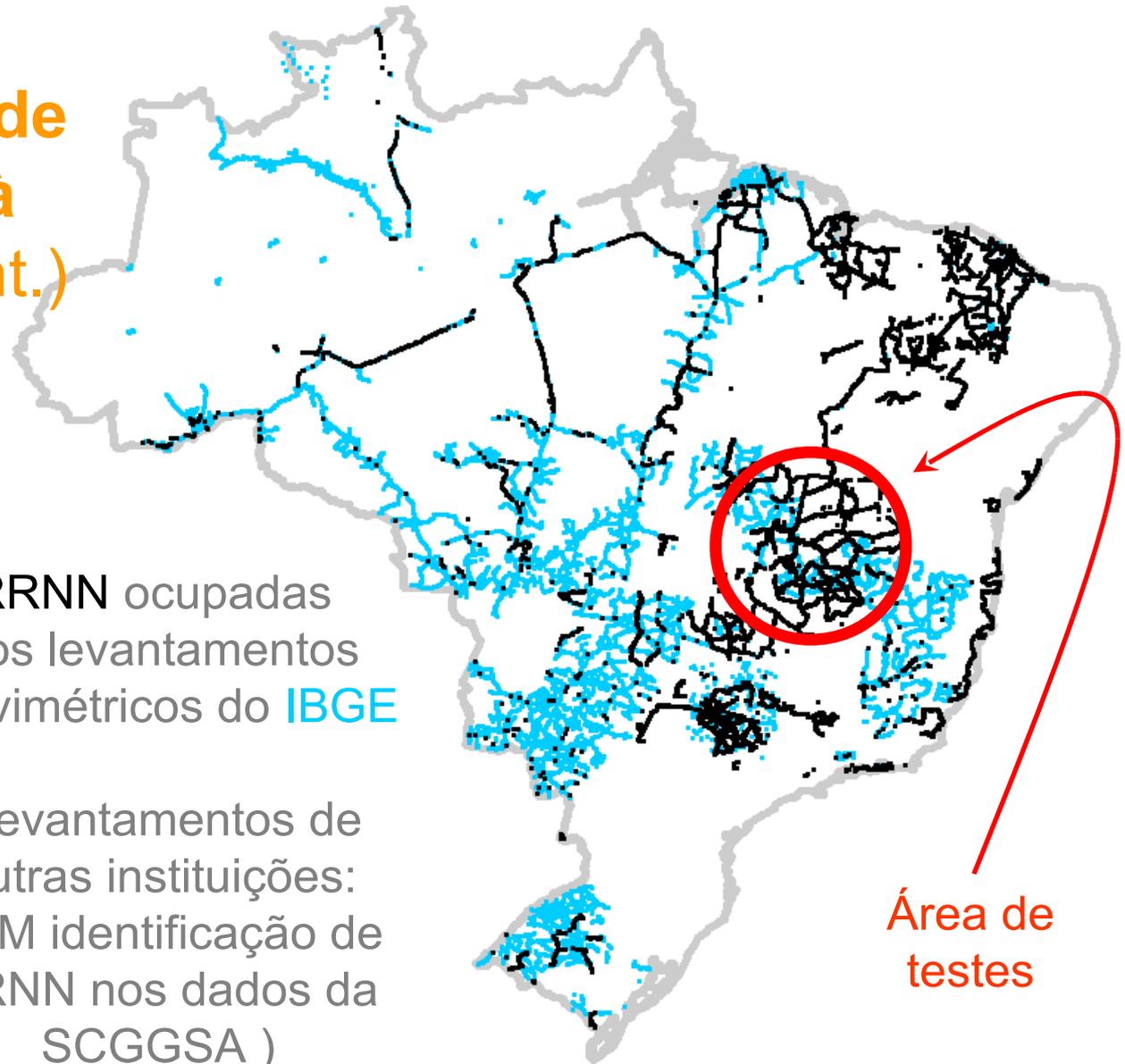
ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PÓS-CONFEGE

Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

RRNN ocupadas nos levantamentos gravimétricos do **IBGE**

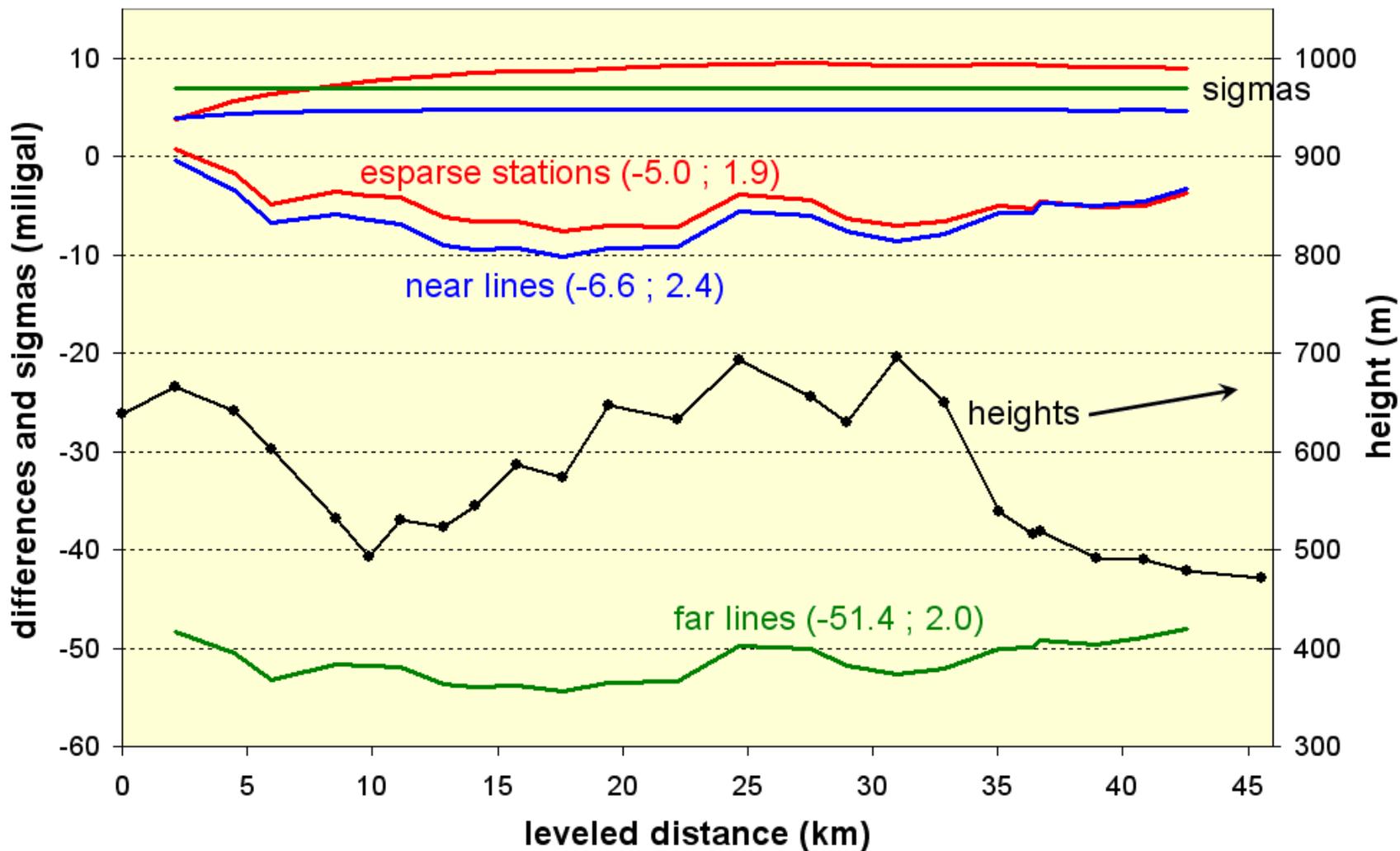
(levantamentos de outras instituições: SEM identificação de RRNN nos dados da SCGGSA)



Área de testes



Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

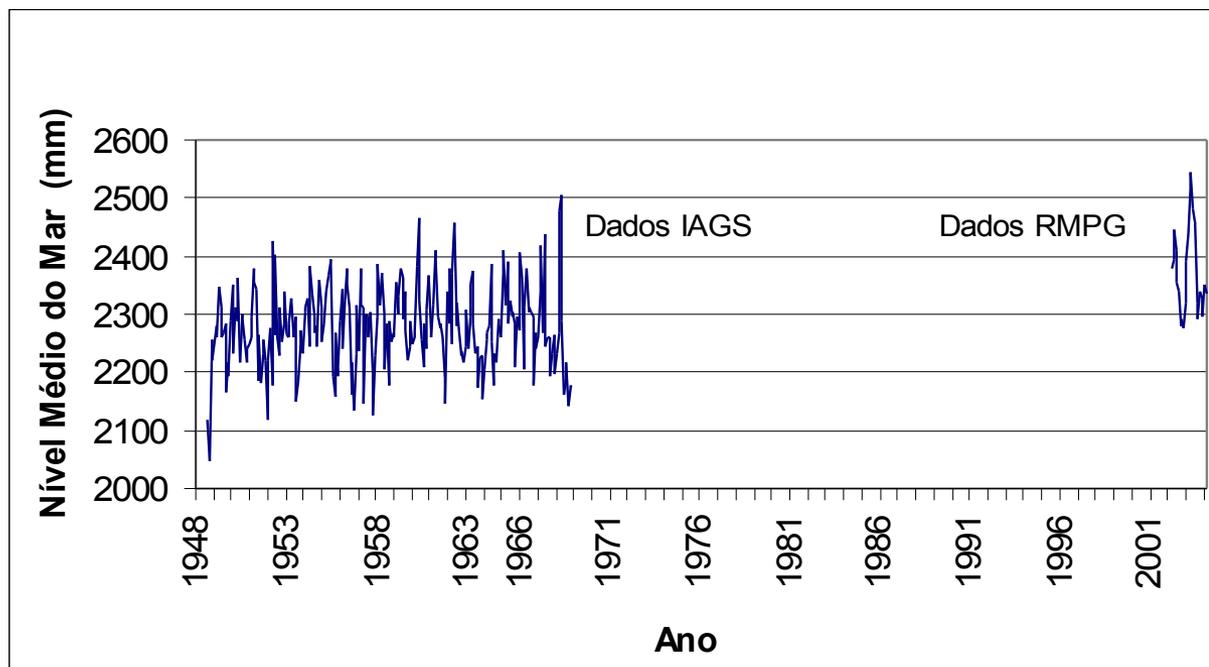


PROBLEMAS ENVOLVIDOS NA CONEXÃO DE REDES VERTICAIS (4):

PAÍS	DISCREPÂNCIA (m)
Argentina	0,1937
Paraguai	-0,6547
Uruguai	0,5584
Bolívia	0,32??
(Venezuela)	(~3,5??)

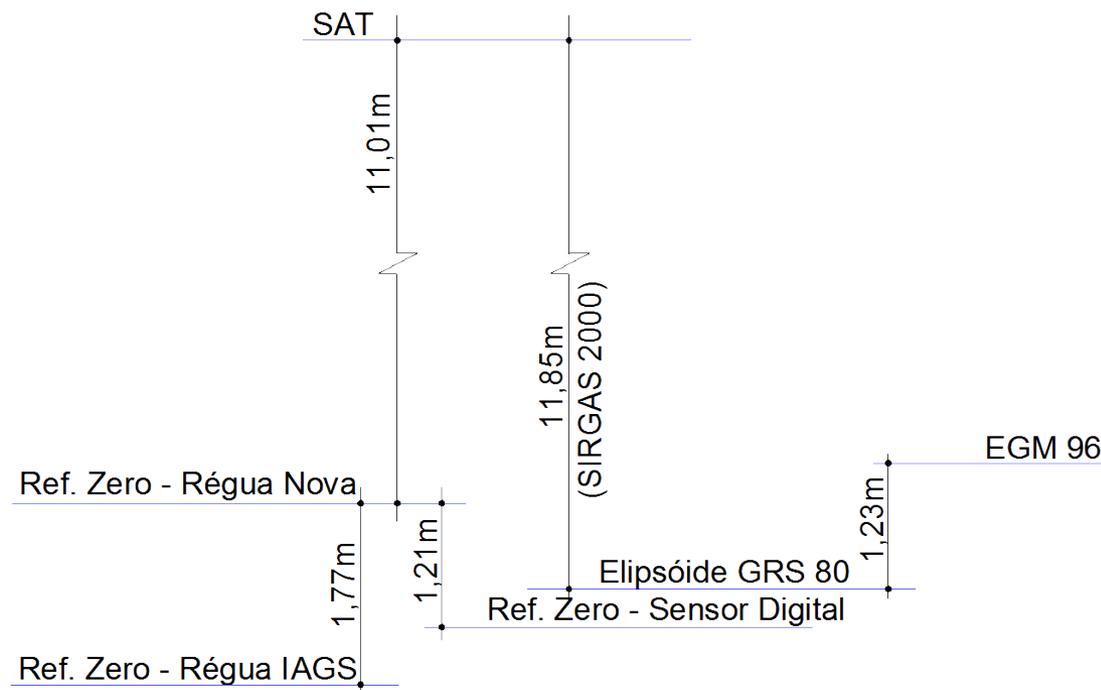
Diferenças em pontos de conexão das redes verticais de países sul-americanos com relação ao marégrafo de Imbituba

ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 1

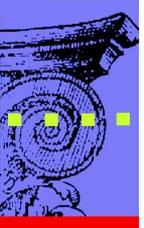


A integração entre as séries temporais derivadas dos dados do IAGS (do banco de dados do PSMSL para o período de 1948 a 1968) e dos dados do sensor digital (2002 a 2004) foi realizada estabelecendo-se a diferença entre os zeros de referência de cada uma.

ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 2

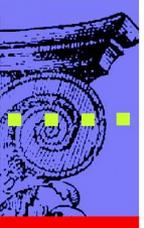


Para estudar a evolução temporal do nível do mar no DVB, é necessário recuperar e integrar as séries temporais maregráficas pois estas possuem diferenças na referência das leituras. Estas diferenças foram ocasionadas por mudanças de equipamentos e reposicionamento de sensores.



ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 4

Os primeiros resultados apresentados (conforme as três figuras anteriores) indicam uma elevação de cerca de $\sim 2\text{mm/a}$ no valor do NMM local. Valor que está em concordância com aqueles derivados de observações em marégrafos para a elevação global do NMM.



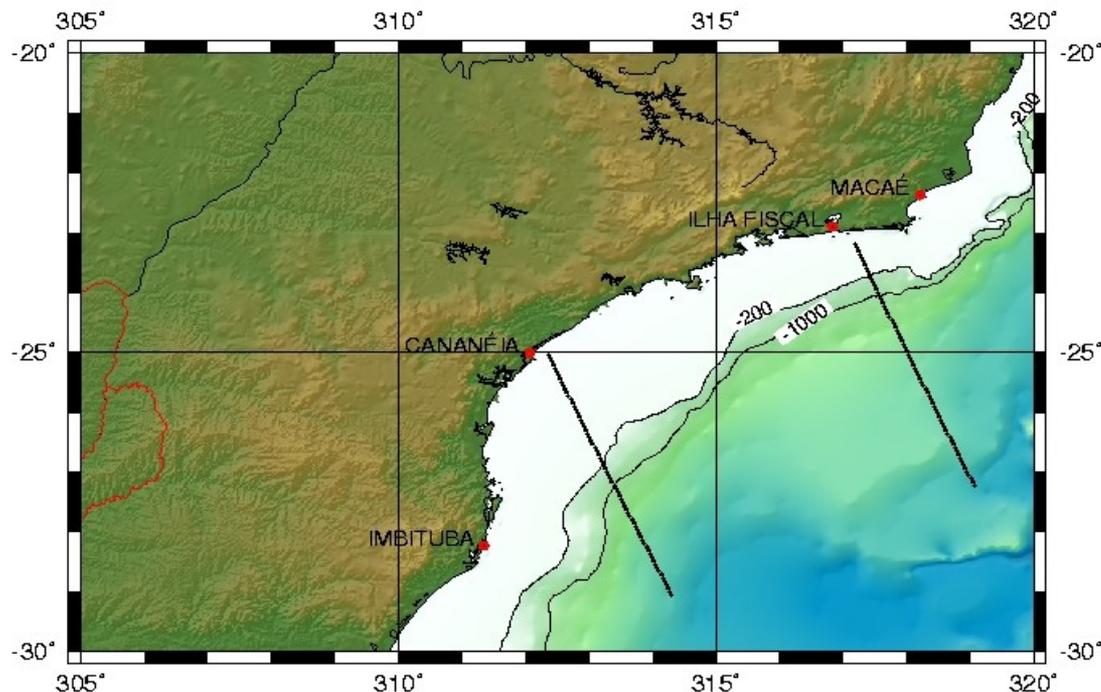
UFPR ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 5

Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

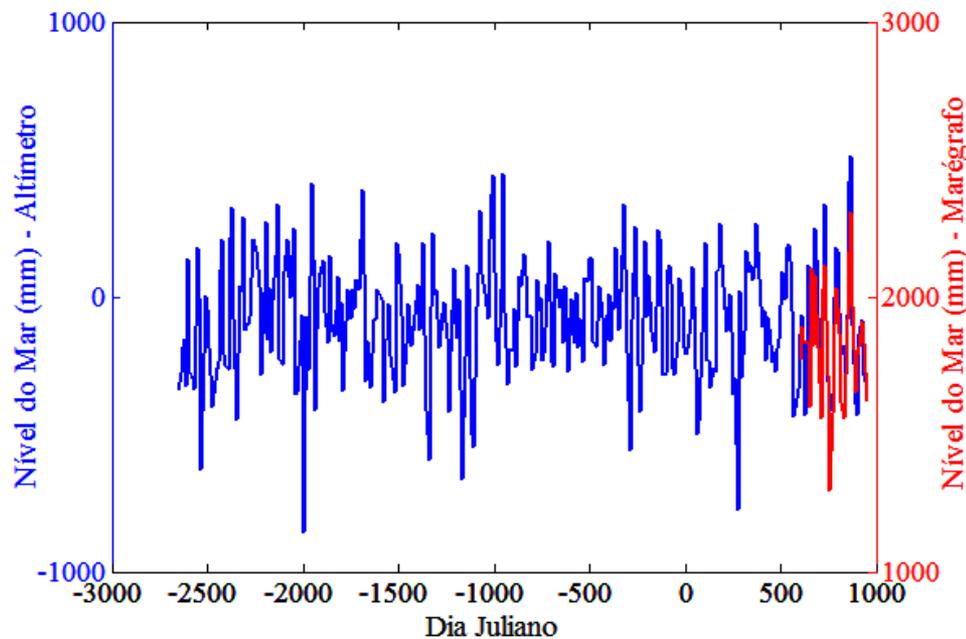
Basicamente, os maiores problemas em Imbituba são: o longo período de dados ainda não disponíveis em meio digital; e os períodos sem dados, quando o marégrafo não estava operando adequadamente.

ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 6



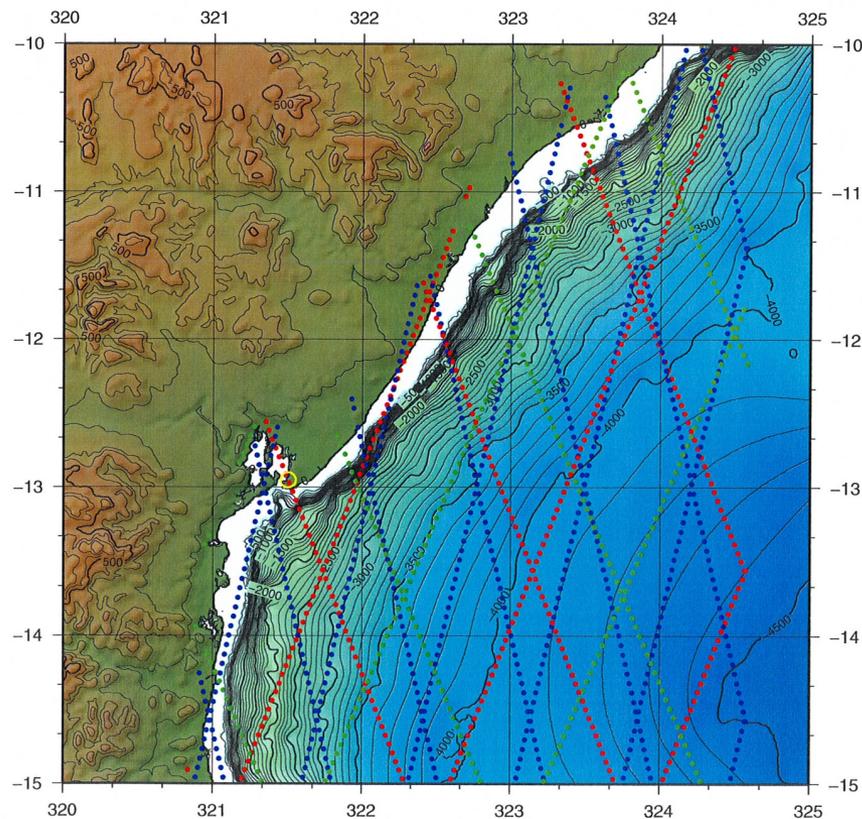
Resultados satisfatórios foram obtidos realizando uma comparação relativa entre valores de *Sea Surface Heights* (SSH) derivados da missão TOPEX-Poseidon (T/P) e valores horários do nível do mar nos marégrafos de Cananéia (SP) e Ilha Fiscal (RJ). Ambos possuem boa localização com relação às trilhas (*tracks*) do satélite T/P

ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 7



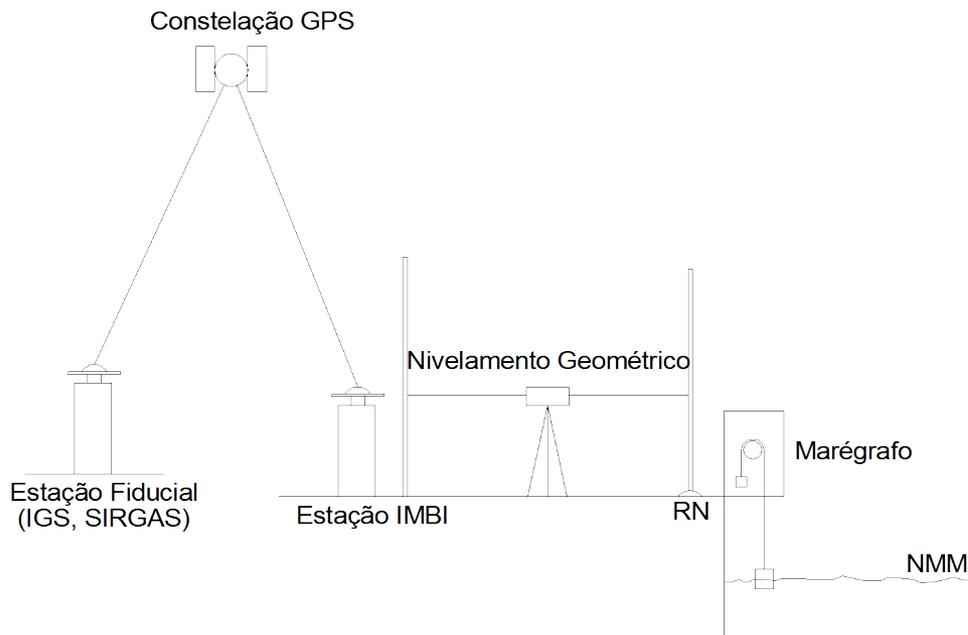
A recuperação e integração das séries temporais é um processo em desenvolvimento e que deve ser melhorado. De forma a estimar variações temporais do NMM, uma possível ação é a integração de dados provenientes da Altimetria por Satélites.

ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

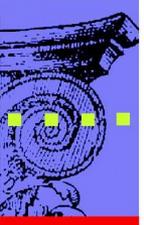


Outras missões, tais com ERS1 e 2 e ENVISAT, podem ser aplicadas para recuperação de séries temporais. Exemplo para Salvador – BH.

ACOMPANHAMENTO DO DVB: POS. GEOCÊNTRICA (1)



A determinação periódica da posição geocêntrica do marégrafo, com GPS, pode ser usada para monitorar possíveis movimentos verticais da crosta. Este controle geodésico é necessário para discriminar esses possíveis movimentos verticais da crosta das variações no NMM.



ACOMPANHAMENTO DO DVB: POS. GEOCÊNTRICA (2)

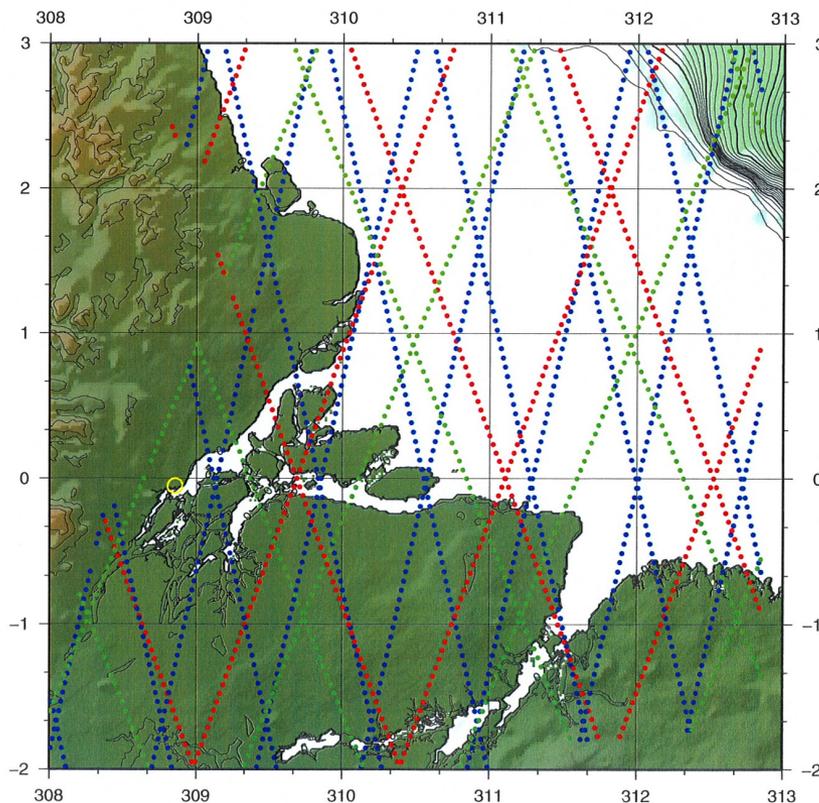


VARIAÇÃO DAS COMPONENTES E VELOCIDADES
DA ESTAÇÃO IMBI

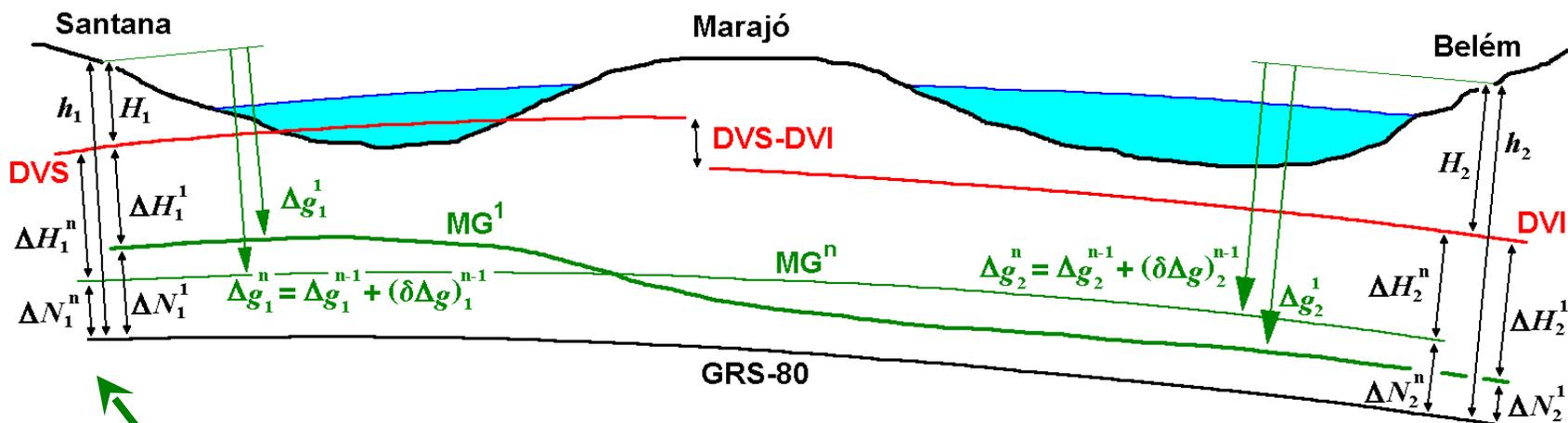


CONEXÃO COM O DATUM DE SANTANA

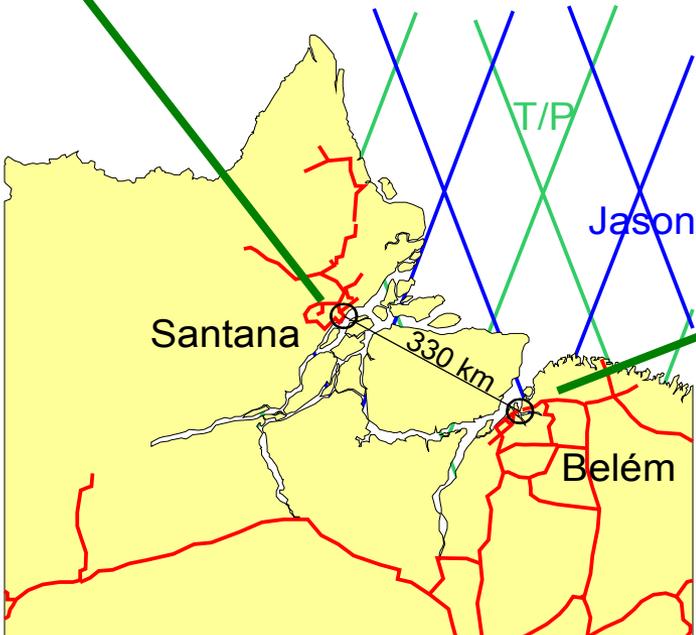
Uma distância de 330km, cruzando a Ilha de Marajó e sob forte influência do rio Amazonas, separa o DVS e os pontos mais próximos vinculados ao DVB nas vizinhanças de Belém. Esta configuração pode ser explorada para investigar alguns aspectos relacionados à conexão de *Data Verticais*. As investigações visam o uso conjunto de dados derivados da Altimetria por Satélites, marégrafos, modelos hidro-dinâmicos, dados topográficos e gravimétricos derivados de missões espaciais, e também, dados GPS sobre RRNN.



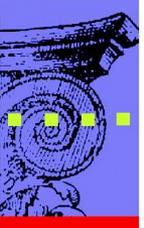
Desafios



$$\delta \Delta g \approx 0.3086 \Delta H$$



Propõe-se modelagem iterativa do geopotencial com auxílio da altimetria por satélites e modelos hidrodinâmicos da região



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

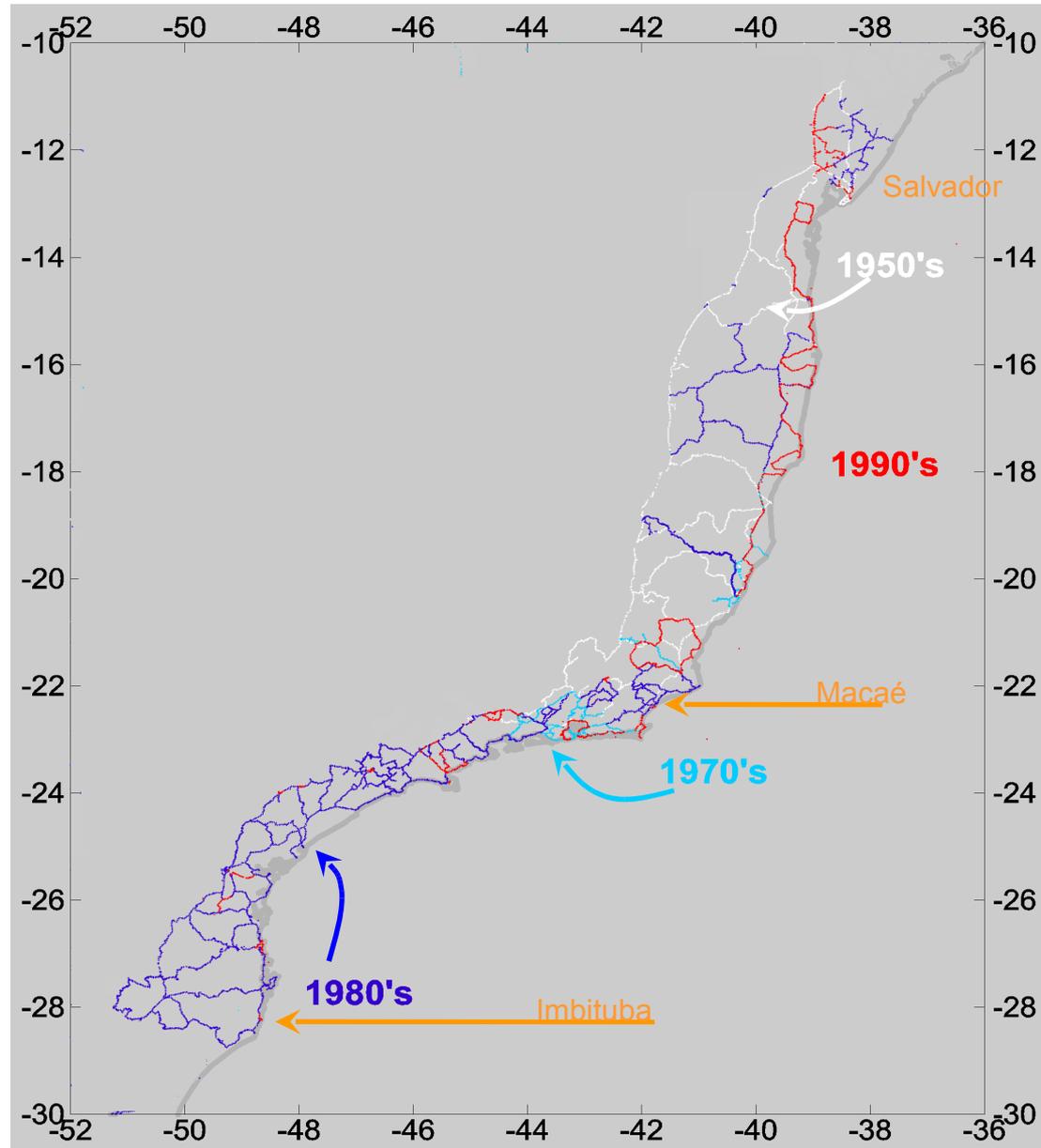
ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

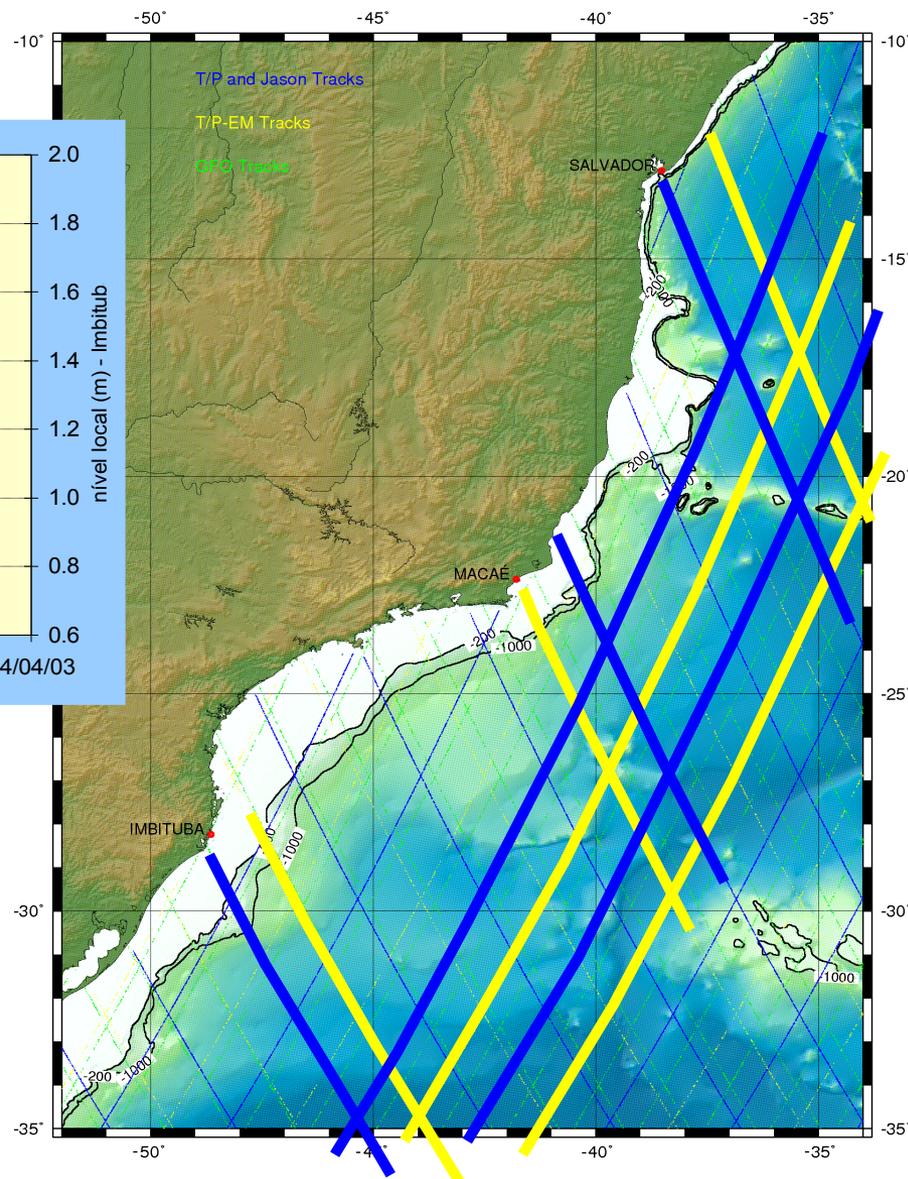
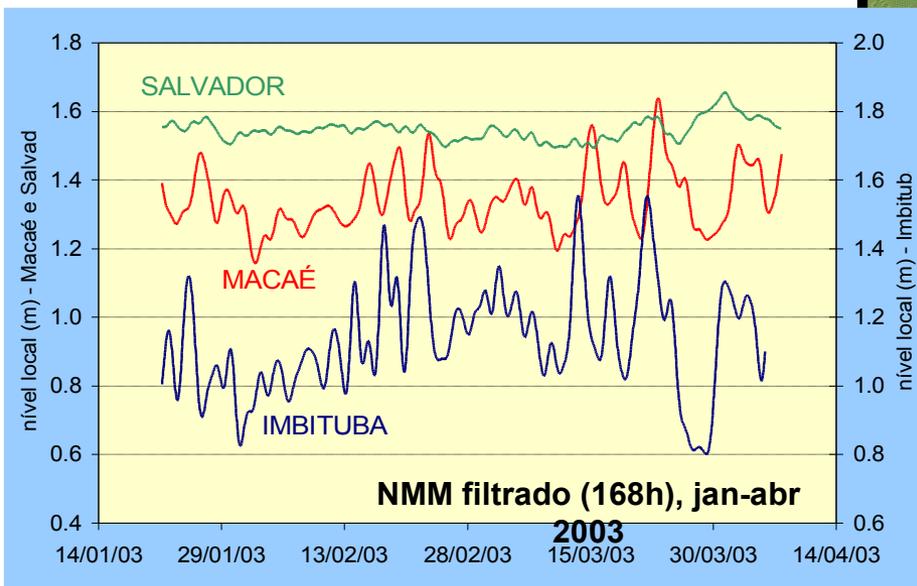
PÓS CONFEGE

Aplicação

Ajustamento das diferenças de número geopotencial entre as estações da Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG)

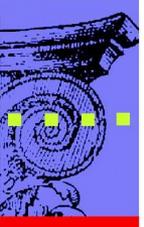


Avaliação



“Nivelamento via Alt-Sat”
em direção às estações da
RMPG a partir de águas
profundas

Salvador: sem efeitos
meteorológicos e de
plataforma !



CONSIDERAÇÕES FINAIS (1):

- O objetivo final de estabelecer uma rede de referência vertical única para a América do Sul ainda está longe de ser alcançado. Entretanto, os primeiros passos foram dados com a definição do sistema de altitudes e procedimentos a serem seguidos pelo GT-III do Projeto SIRGAS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (2):

- Considerando a situação atual da rede vertical fundamental brasileira e o conjunto de estações SIRGAS no Brasil, existem vários problemas que devem ser solucionados. Entre estes estão:
 - a falta de dados em grandes áreas do país;
 - a recuperação de informação acerca dos efeitos cinemáticos no DVB que necessita de longas séries históricas;
 - o problema da conexão entre as estações SIRGAS e a rede vertical brasileira e outras redes verticais nacionais na América do Sul.
- Os resultados parciais apresentados neste trabalho apontam possibilidades para resolução dos problemas mencionados.

AGRADECIMENTOS:

Os autores gostariam de agradecer:

À CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro através de bolsas de estudo e financiamento a projetos. Ao Laboratório de Geodésia Espacial (LAGE) e ao Laboratório de Instrumentação Geodésica (LaIG), ambos da UFPR, pelo empréstimo de equipamentos. Ao IBGE, ao DGFI e à Companhia Docas de Imbituba pelo apoio ao projeto.