

UFPR

Universidade
Federal do Paraná

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

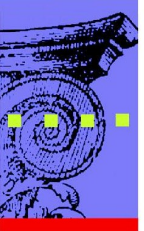
8 DE OUTUBRO DE 2007



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

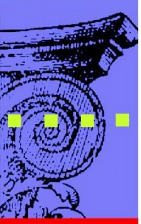
**Sílvio Rogério Correia de Freitas
Roberto Teixeira Luz**





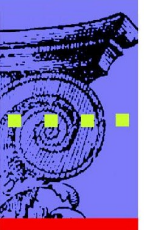
CONTEÚDO:

- 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:

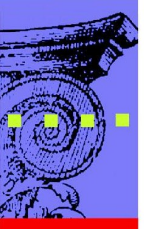
- Os *Data* Verticais da América do Sul, em geral, foram estabelecidos por meio de observações maregráficas, relacionadas ao NMM.
- Não foram considerados os efeitos locais que causam uma variação deste nível relativamente à superfície equipotencial W_0 do campo da gravidade melhor ajustada ao NMM global.



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:

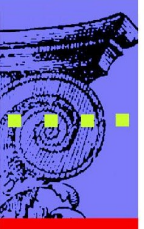
Um Sistema de Altitudes implica necessariamente na consideração de aspectos ligados ao Campo da Gravidade em associação com as operações de nivelamento e no estabelecimento do Nível de Referência.

Em síntese:

Datum Local W_i = constante

Geóide Global W_o = 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: $\int (W - W_0)^2 dS_0 = \min,$

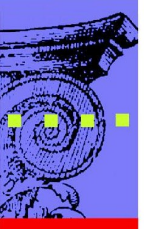
sendo a integral avaliada sobre a superfície do oceano.



REDE VERTICAL SIRGAS

O Projeto SIRGAS sugere que cada um dos países deverá:

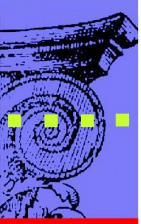
- a) adotar um sistema de referência vertical baseado em dois tipos de altitudes: altitudes geométricas (elipsoidais) e altitudes físicas (derivadas de números geopotenciais – tendo sido recomendado como preferencial o sistema de altitudes Normais);
- b) realizar o sistema através de estações geodésicas 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.

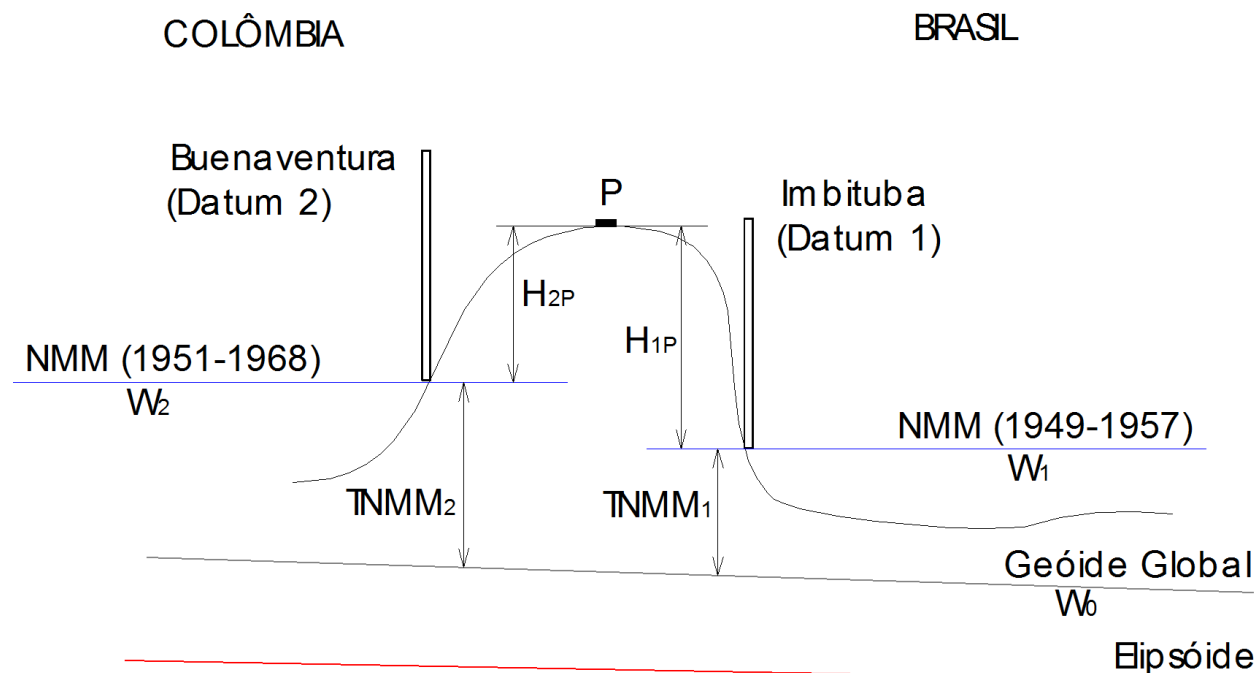


PROBLEMAS ENVOLVIDOS NA CONEXÃO DE REDES VERTICAIS

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).



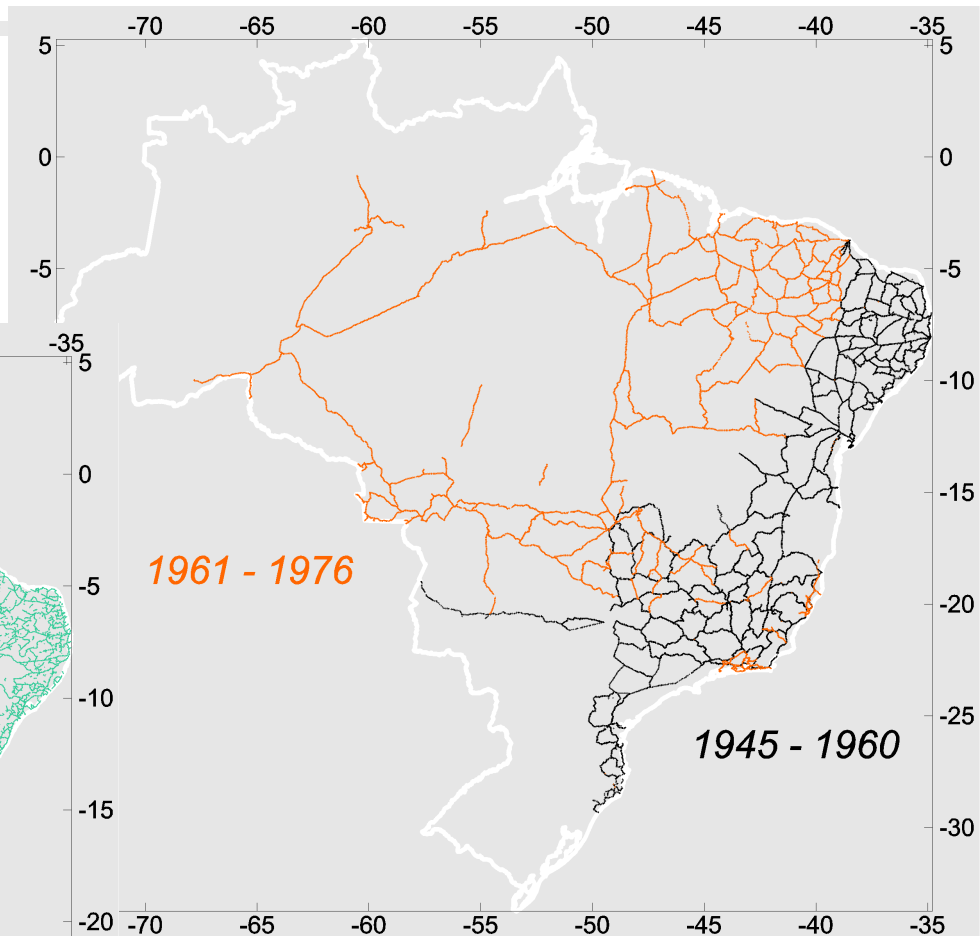
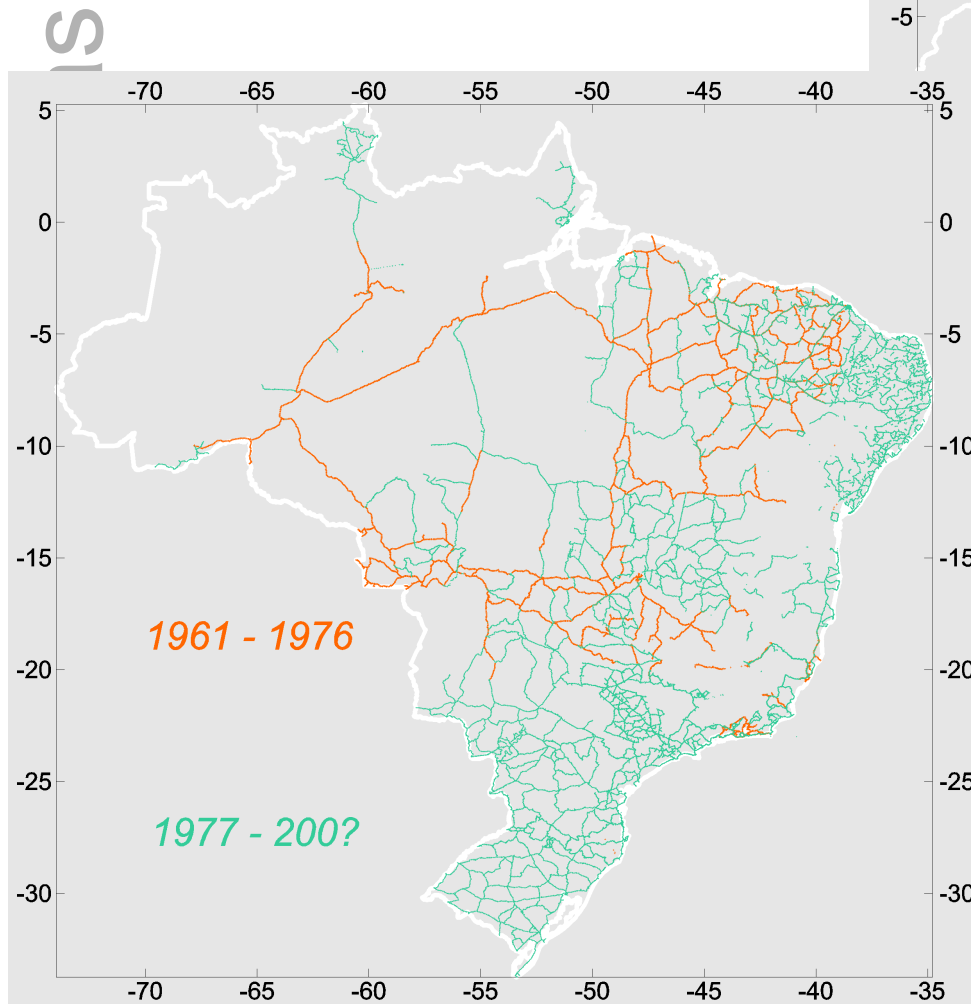
UFPR
Universidade
Federal do Paraná

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 !!!



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

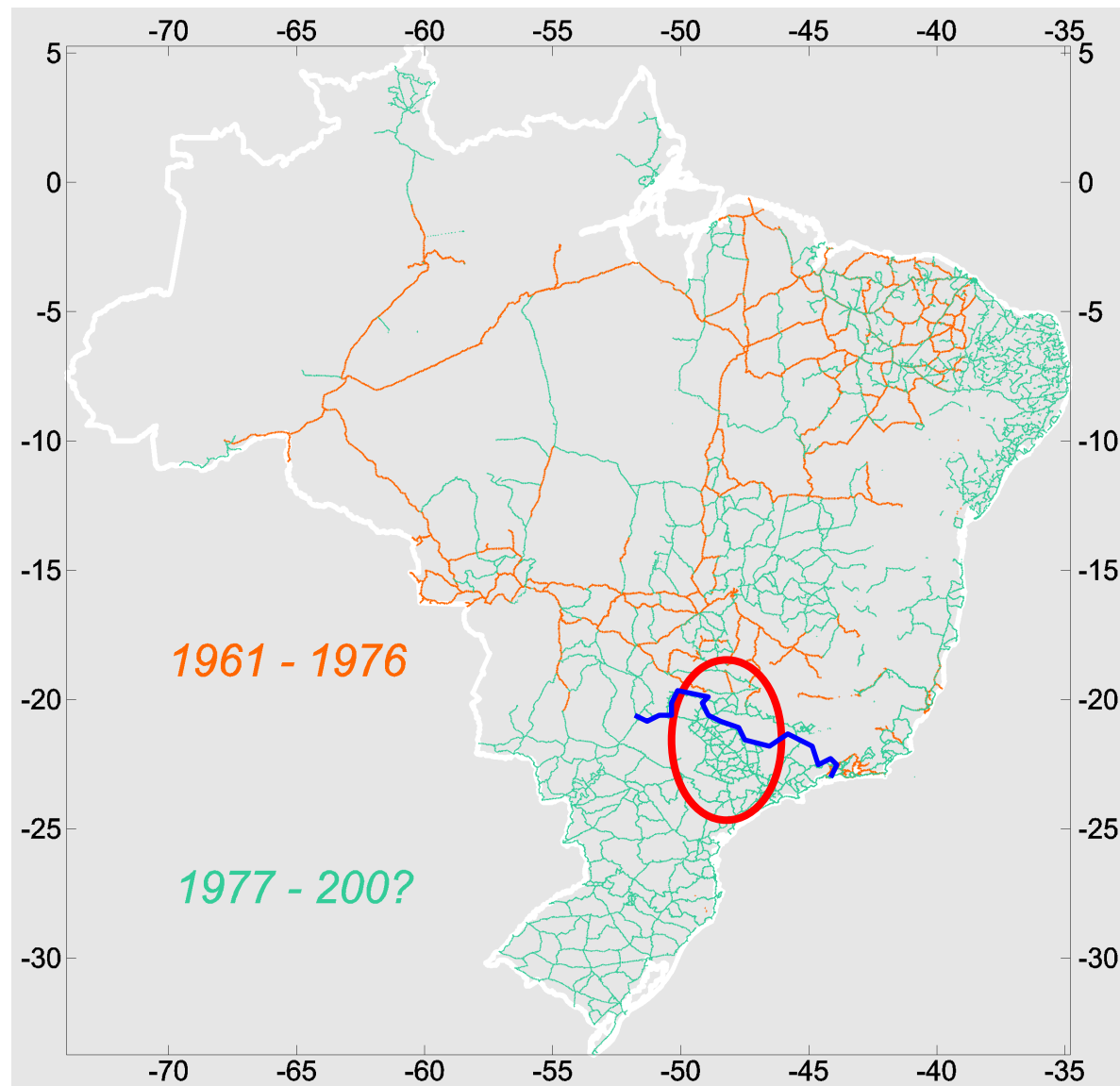
ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PÓS CONFEGE

**Altitudes
atuais
(cont.)**

Heterogeneidade
espacial





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

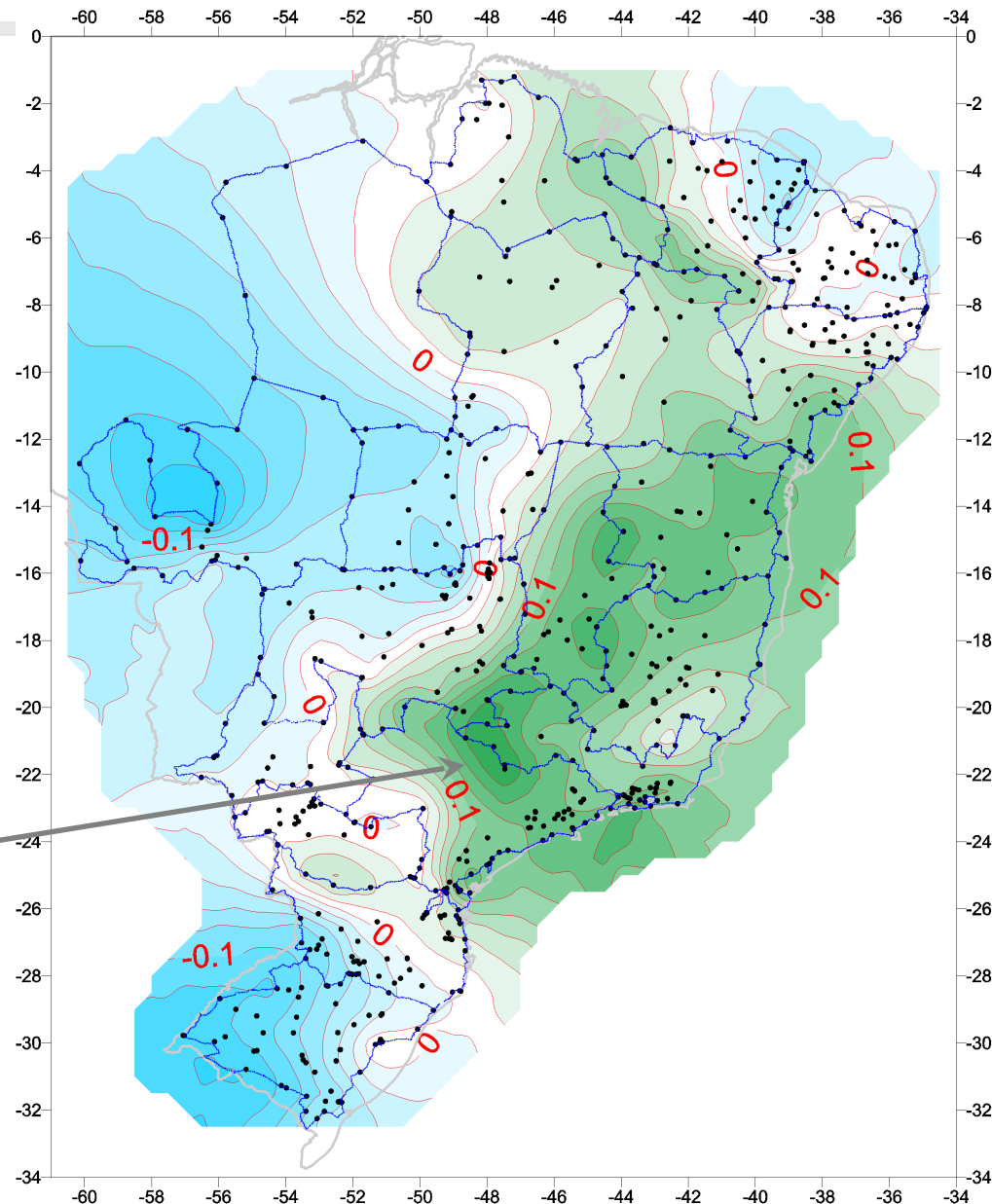
PÓS CONFEGE

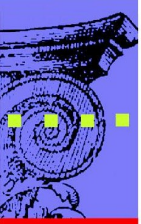
Altitudes atuais

Efeitos do particionamento
adotado no AAGP

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

máx. 17 cm

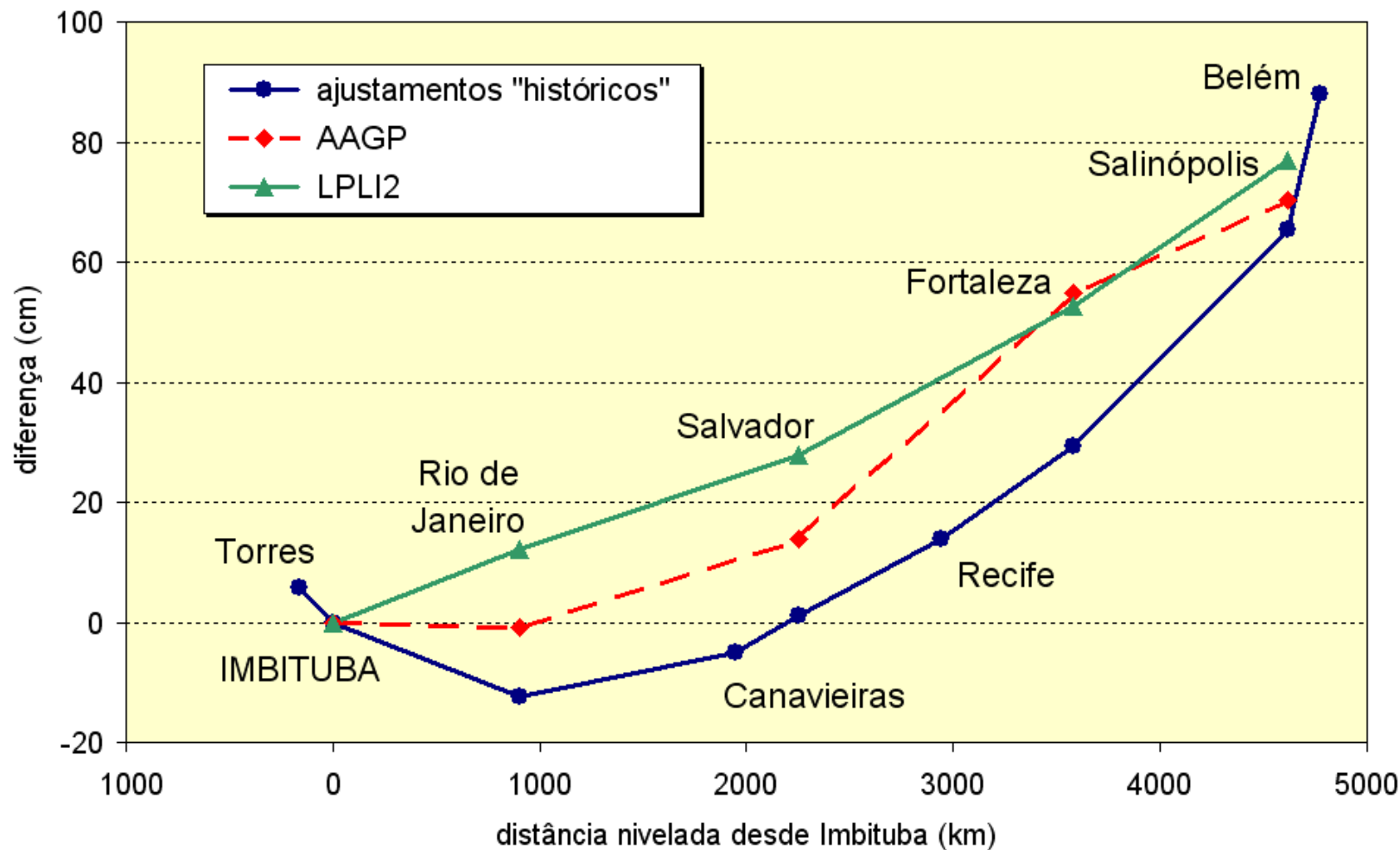




UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

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



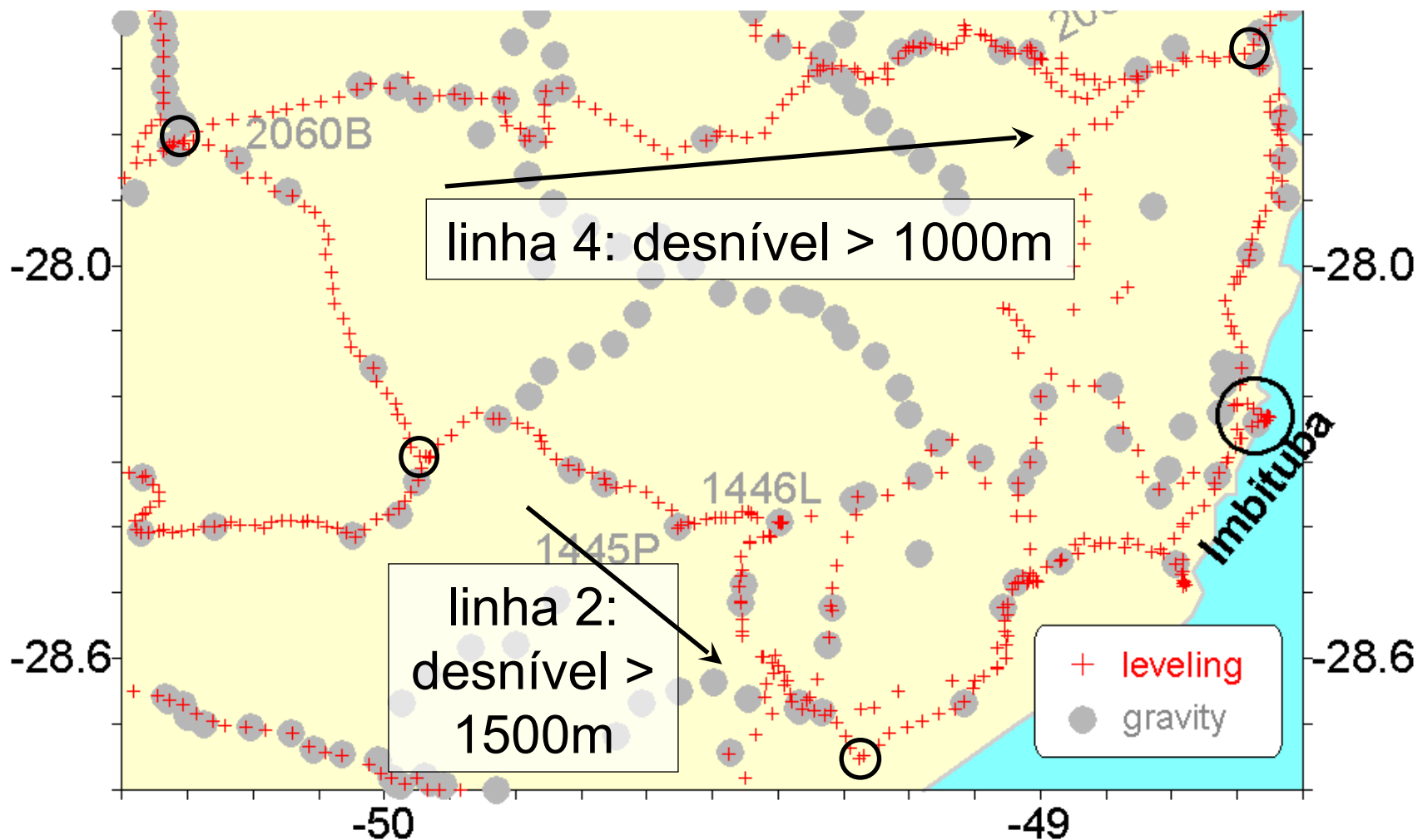


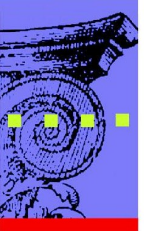
UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Integração de Gravidade à RAAP

Circuito Imbituba: perímetro 643 km

Ciências Geodésicas





UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

Circuito Imbituba: perímetro 643 km

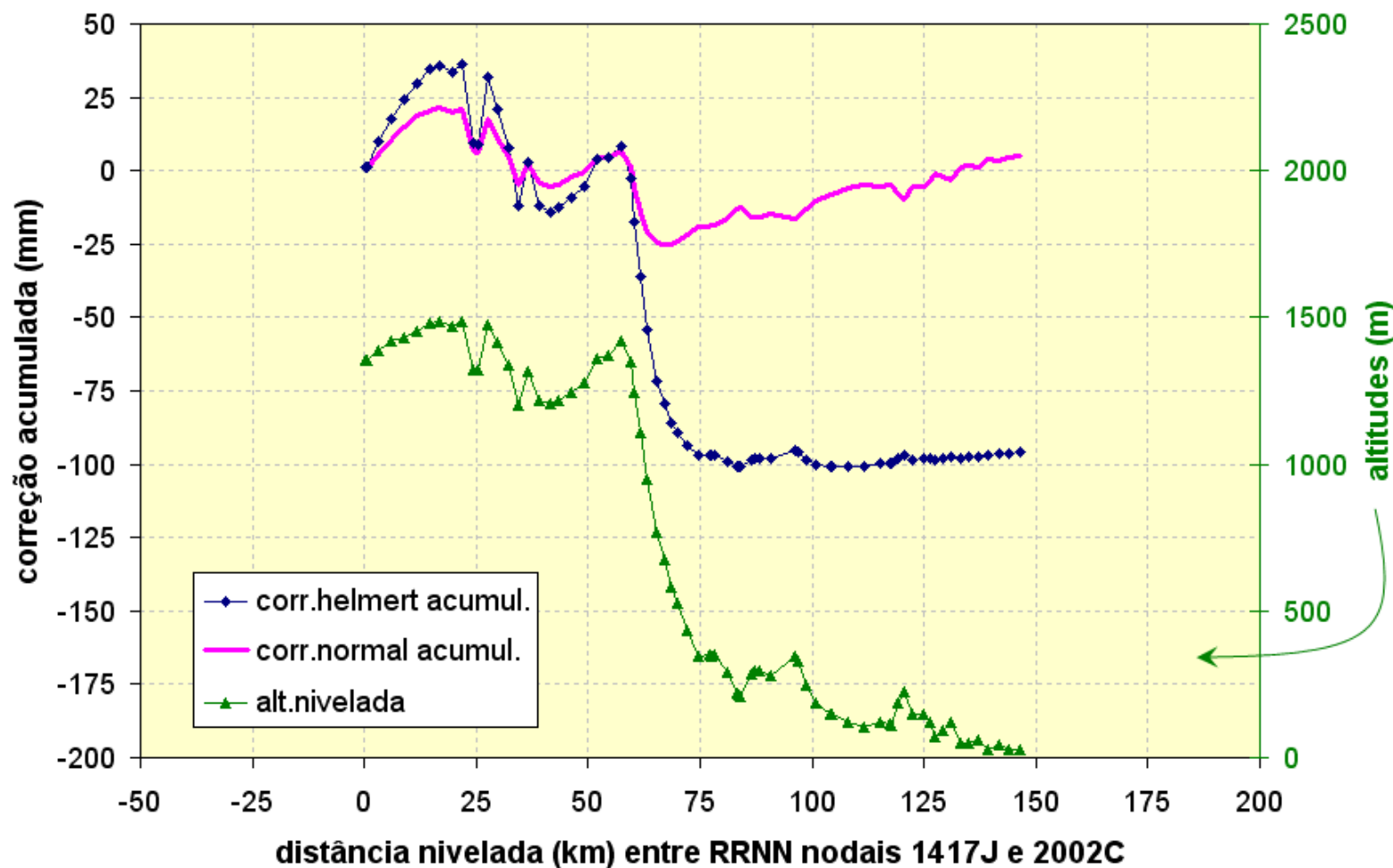
- | | |
|--|-----------|
| a. fechamento desníveis observados: | 62.50 mm |
| b. fech. desníveis normais-ortométricos: | 123.23 mm |
| c. fechamento desníveis dinâmicos: | 120.7? mm |
| d. fechamento desníveis normais: | 0.15 mm |
| e. fechamento desníveis de helmert: | 0.22 mm |



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

Circuito Imituba, altitudes e correções, linha 2





UFPR
Universidade
Federal do Paraná

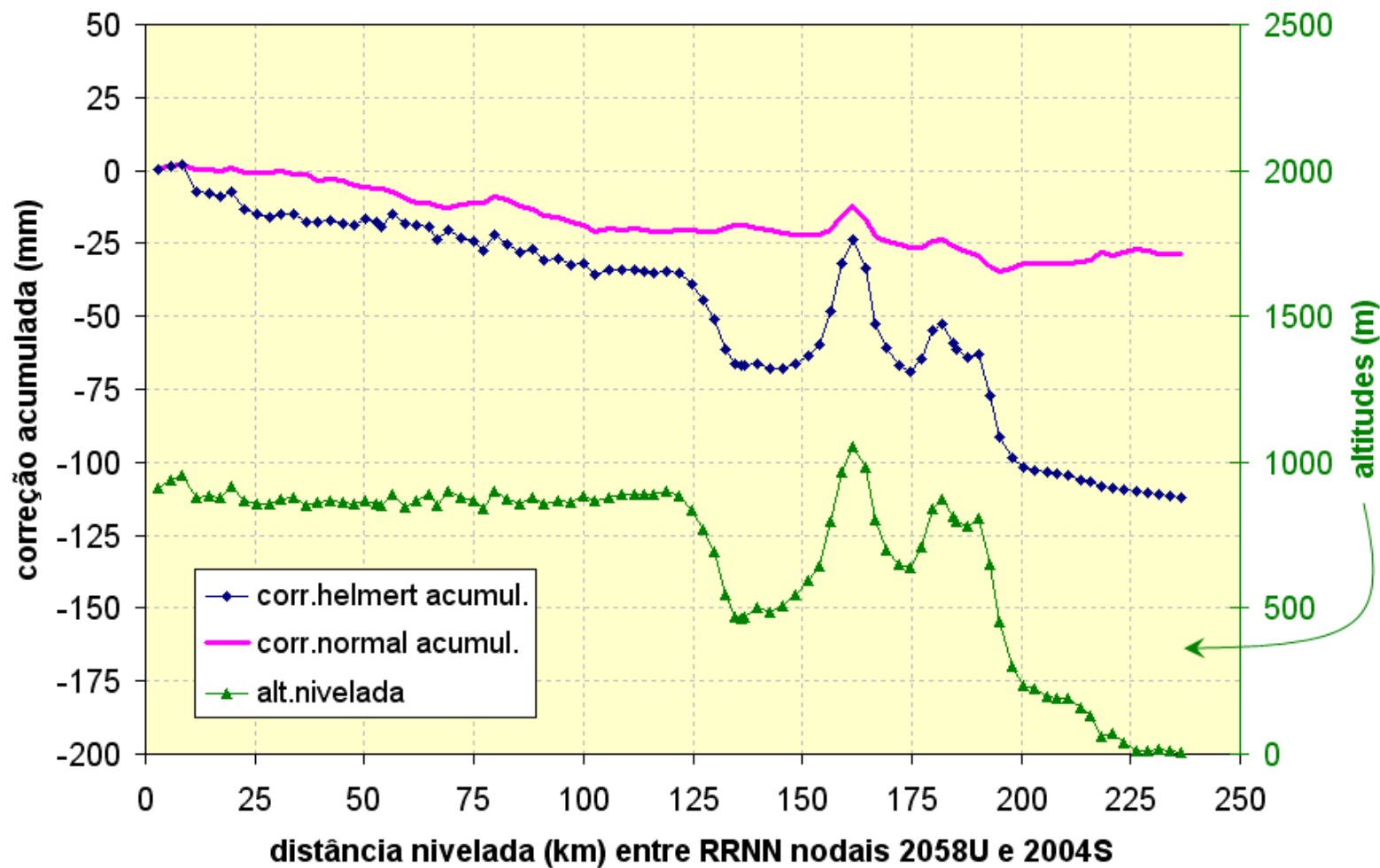
ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PÓS CONFEGE

Integração de Gravidade à RAAP (cont.)

Circuito Imbituba, altitudes e correções, linha 4





UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

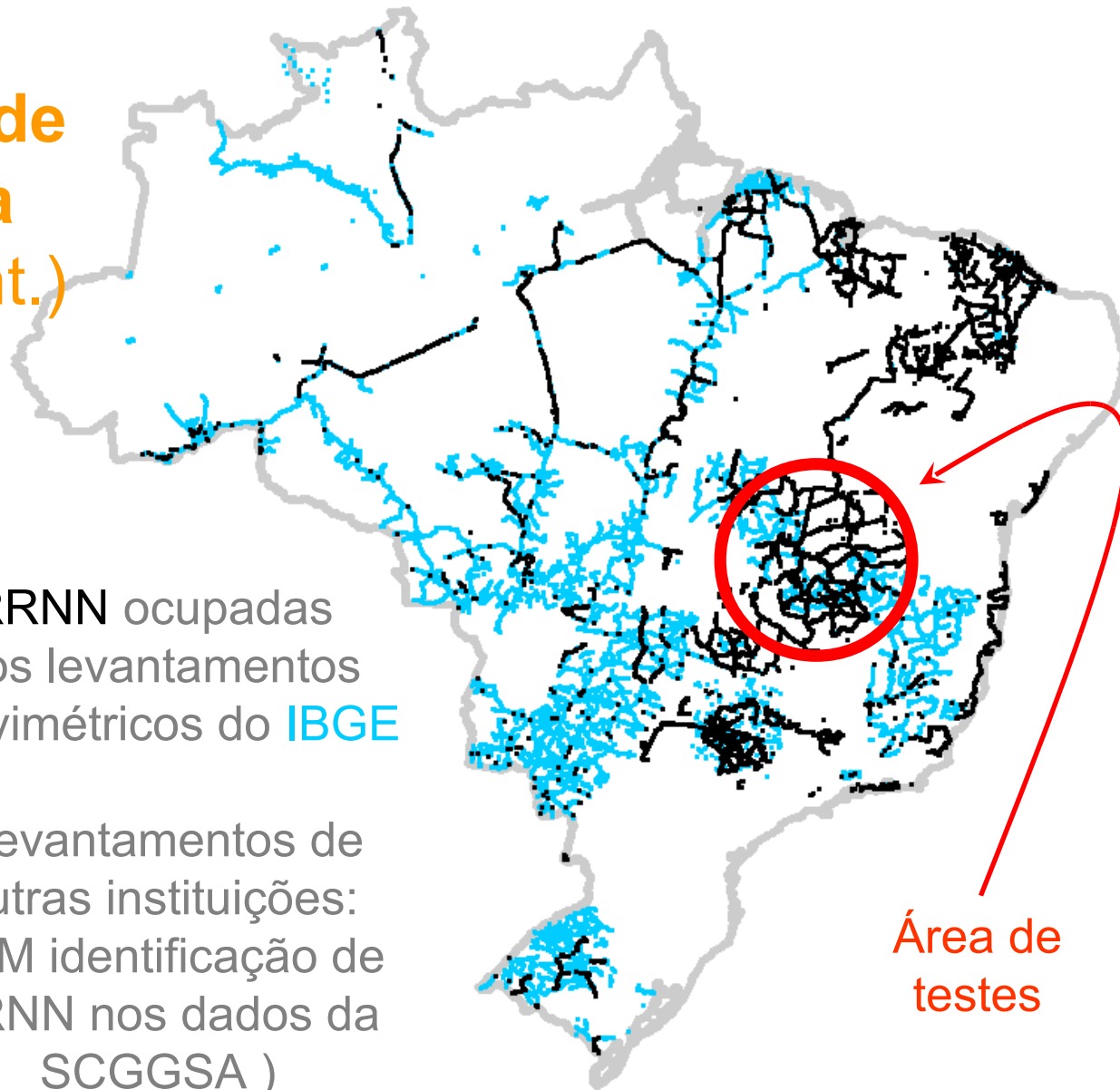
ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PÓS-CONFEEGE

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



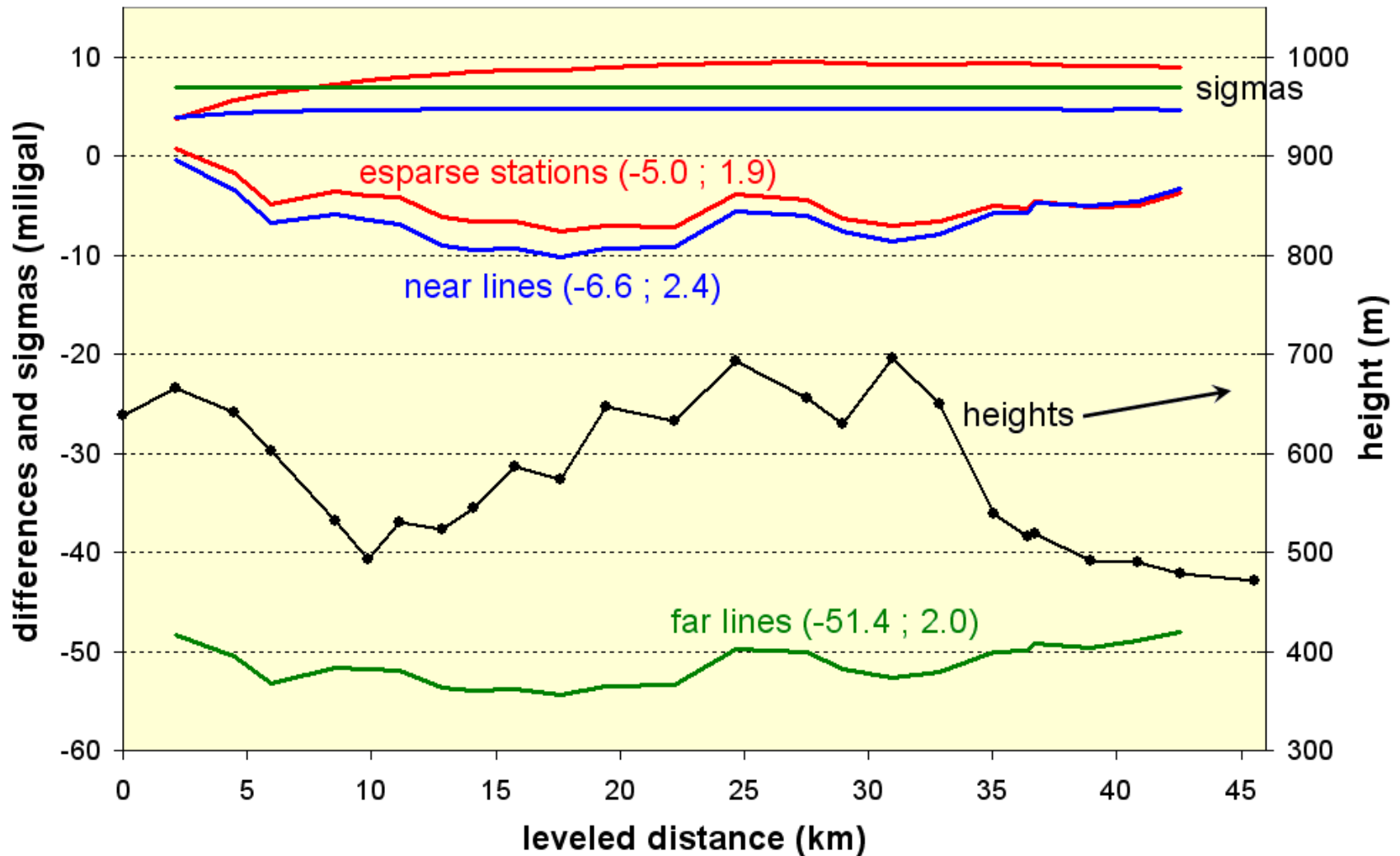
UFPR
Universidade
Federal do Paraná

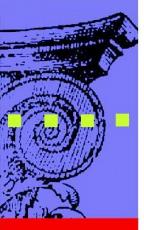
ATIVIDADES DIRIGIDAS AO VÍNCULO DO DVB A UM SISTEMA GLOBAL DE ALTITUDES

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PÓS CONFEGE

Integração de Gravidade à RAAP (cont.)





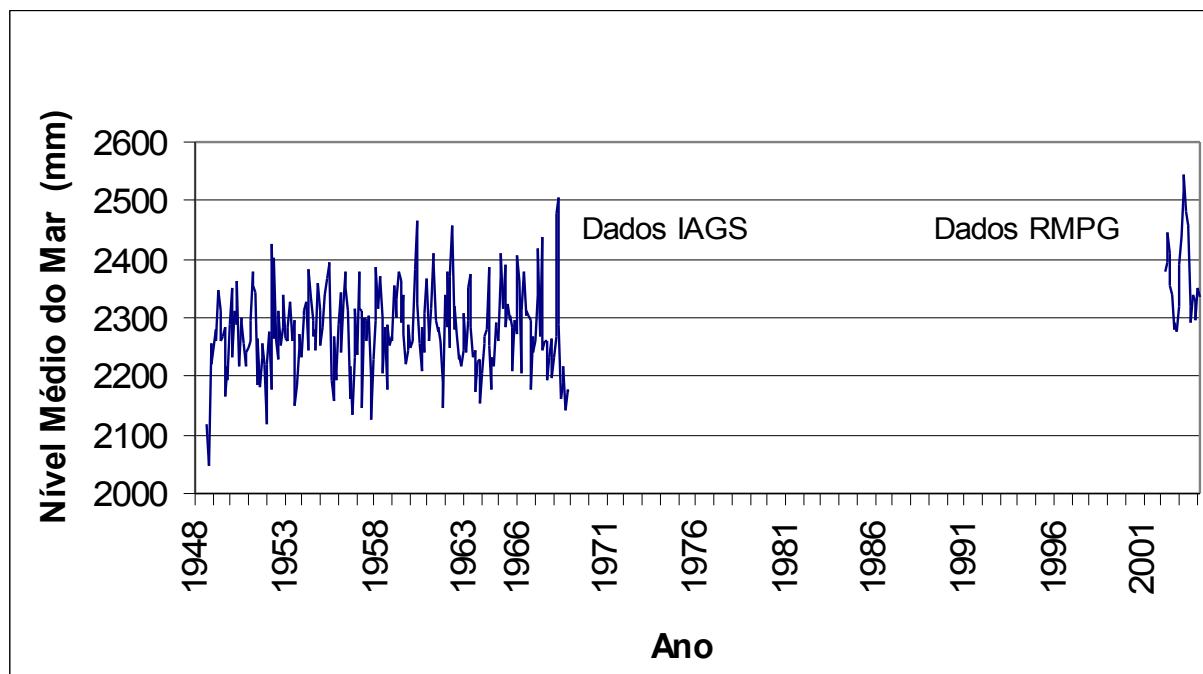
PROBLEMAS ENVOLVIDOS NA CONEXÃO DE REDES VERTICAIS (4):

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

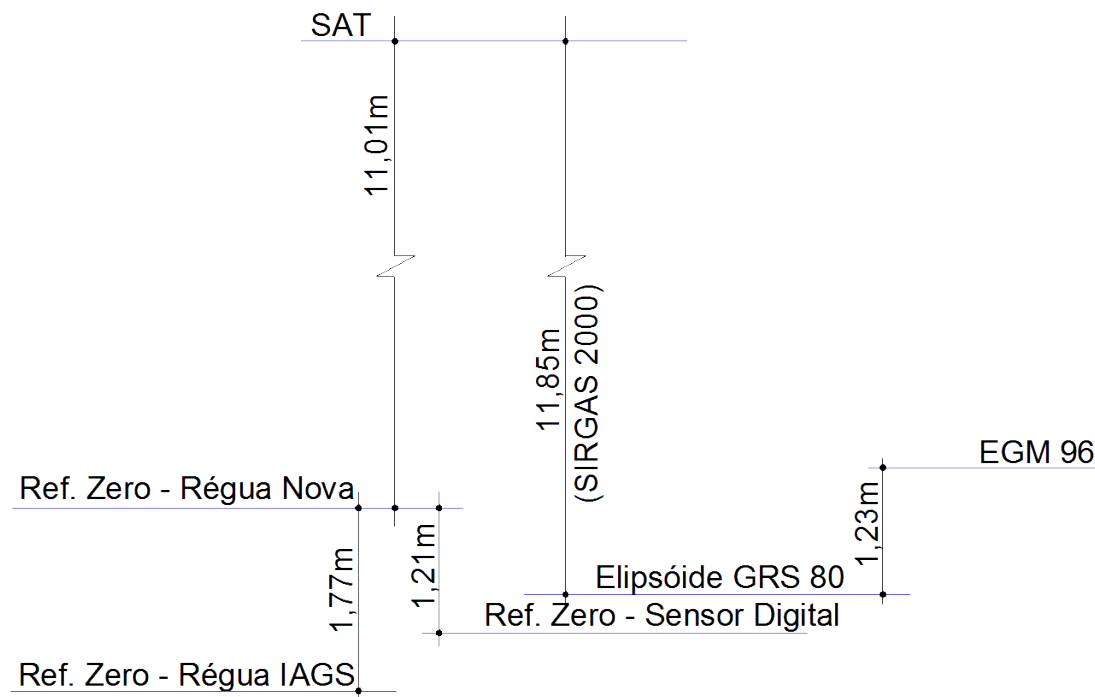


ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 1

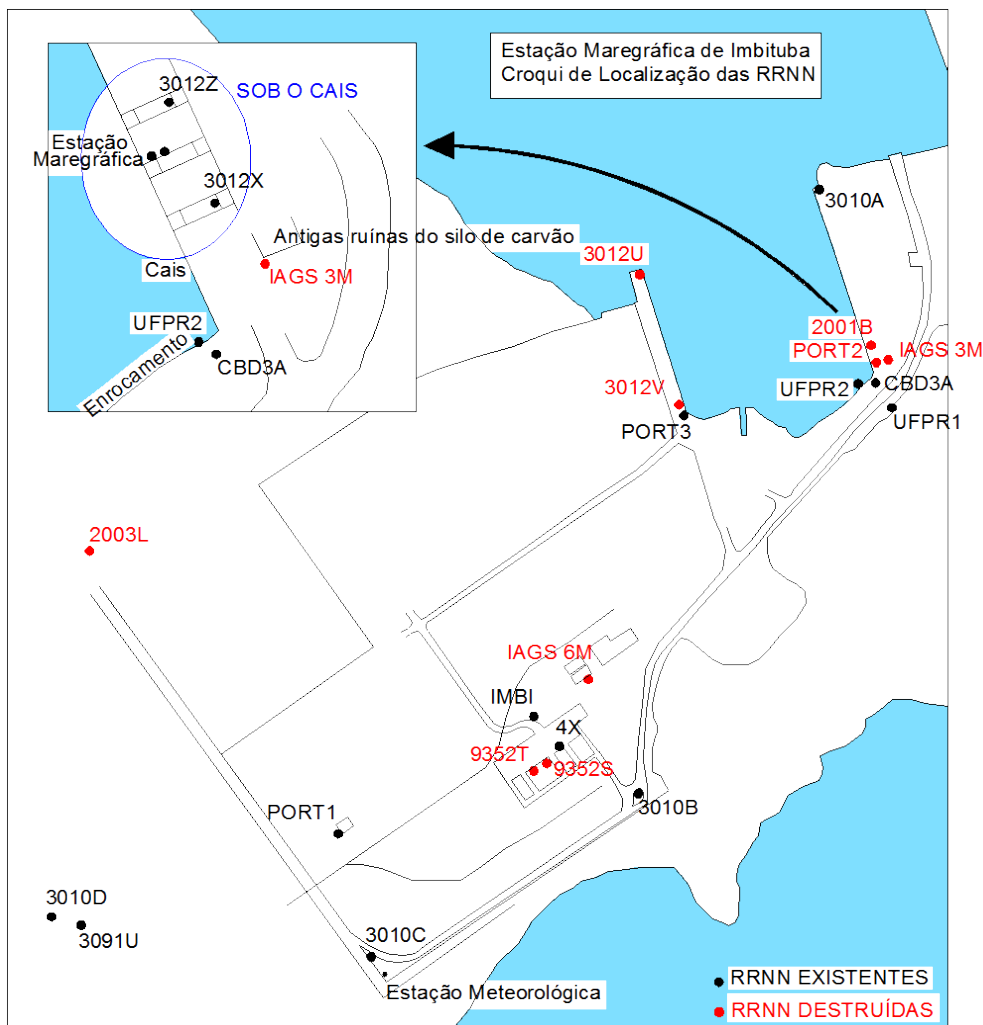


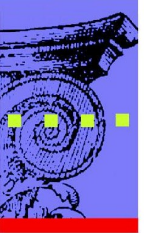
A integração entre as séries temporais derivadas dos dados do IAGS (do banco de dados do PSMSL para o período de 1948 a 1968) e dos dados do sensor digital (2002 a 2004) foi realizada estabelecendo-se a diferença entre os zeros de referência de cada uma.

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.



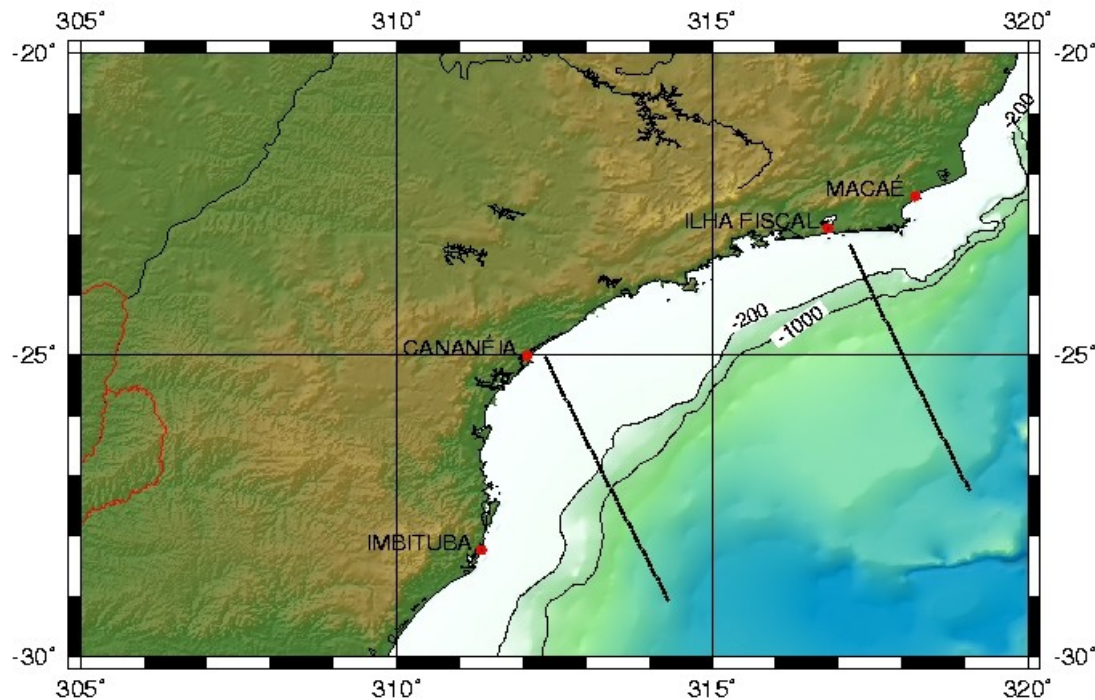
UFPR ACOMPANHAMENTO DO DVB: NÍVEL DE REFERÊNCIA 5

Universidade
Federal do Paraná

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

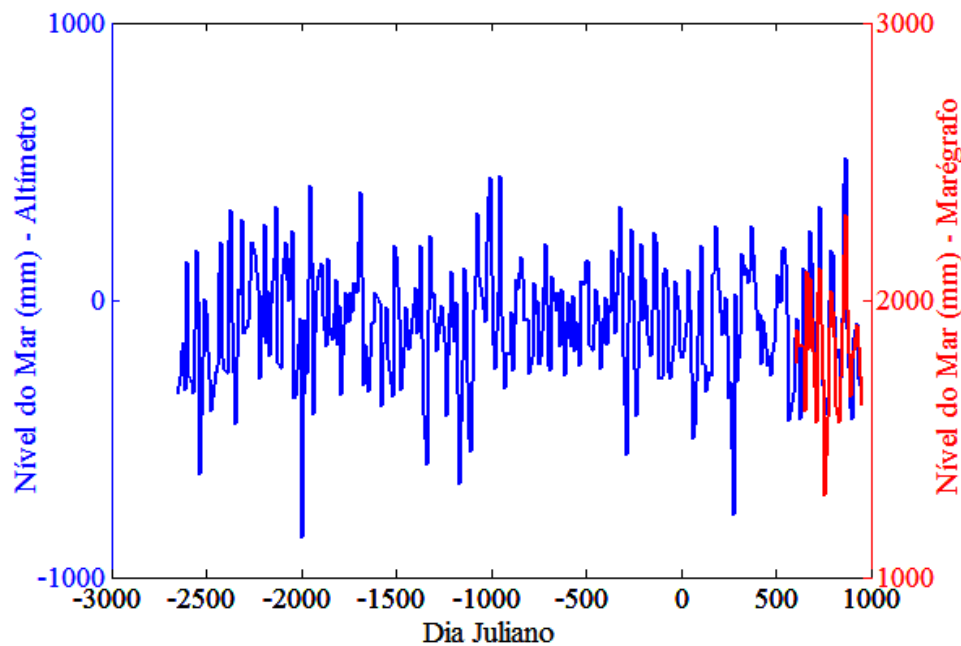


Resultados satisfatórios foram obtidos realizando uma comparação relativa entre valores de *Sea Surface Heights* (SSH) derivados da missão TOPEX-Poseidon (T/P) e valores horários do nível do mar nos marégrafos de Cananéia (SP) e Ilha Fiscal (RJ). Ambos possuem boa localização com relação às trilhas (*tracks*)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



UFPR
Universidade
Federal do Paraná

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.



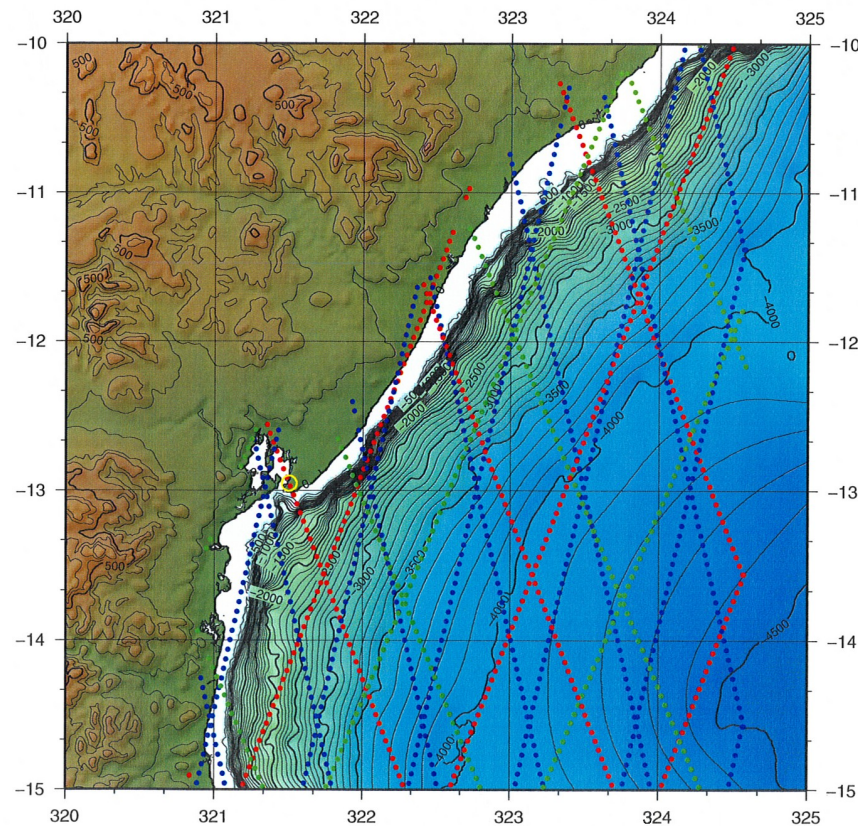
UFPR
Universidade
Federal do Paraná

Ciências Geodésicas

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

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

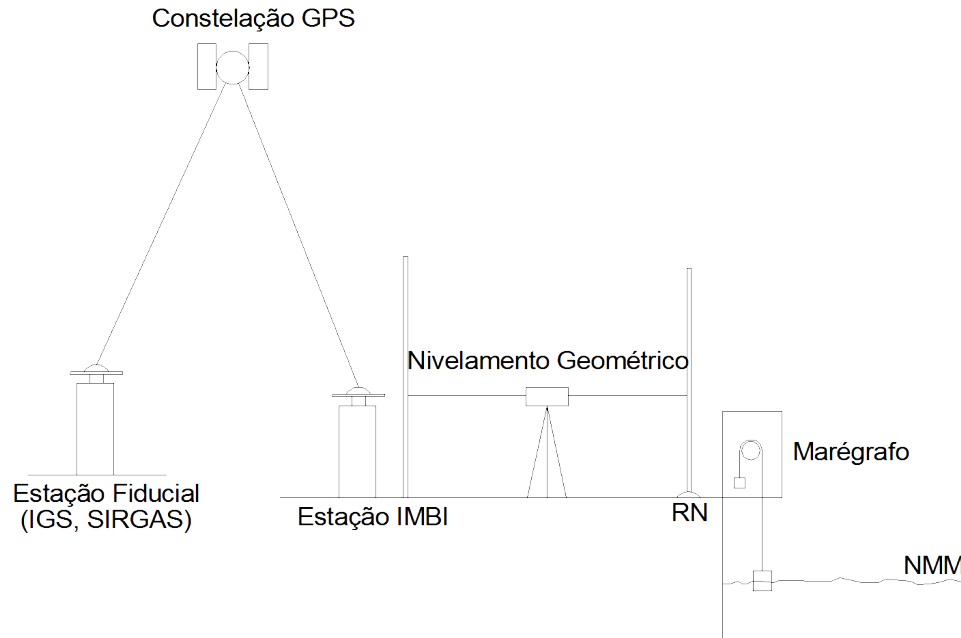
PÓS CONFEGE



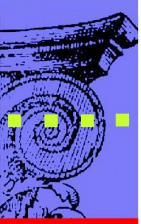
Outras missões, tais com ERS1 e 2 e ENVISAT, podem ser aplicadas para recuperação de séries temporais. Exemplo para Salvador – BH.



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.



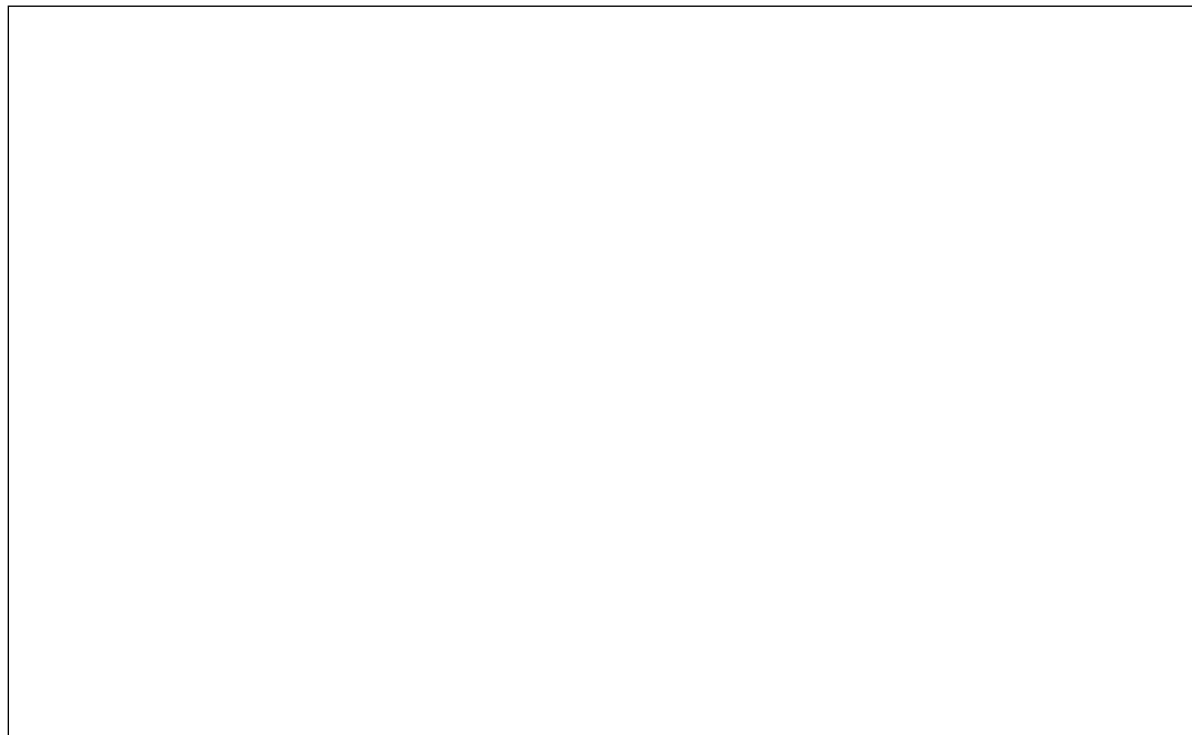
UFPR
Universidade
Federal do Paraná

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

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PÓS CONFEGE

ACOMPANHAMENTO DO DVB: POS. GEOCÊNTRICA (2)

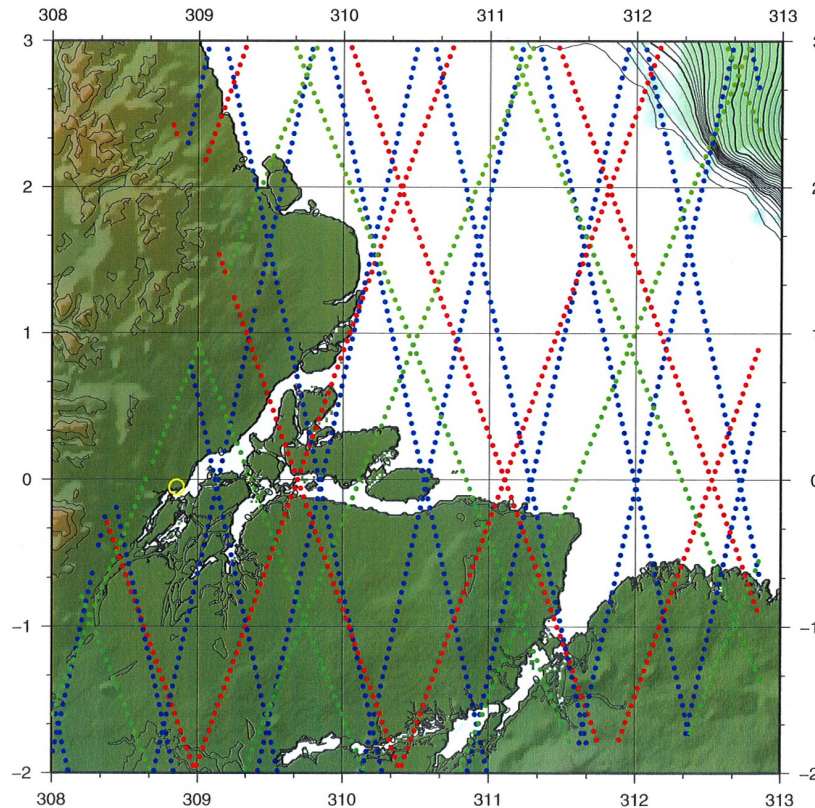


VARIAÇÃO DAS COMPONENTES E VELOCIDADES
DA ESTAÇÃO IMBI

Ciências Geodésicas

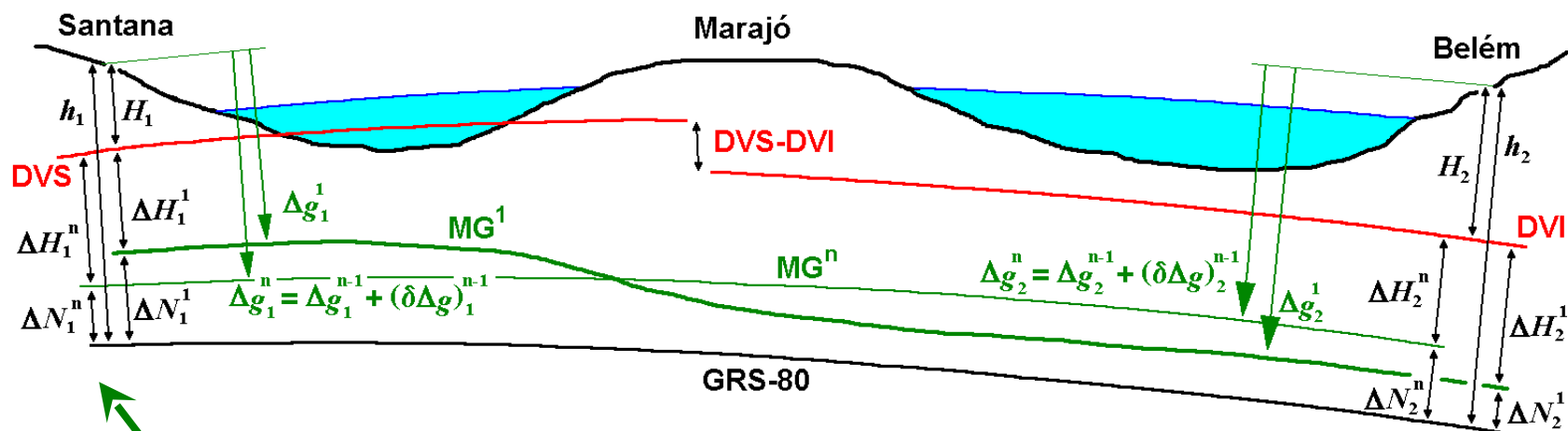


CONEXÃO COM O DATUM DE SANTANA

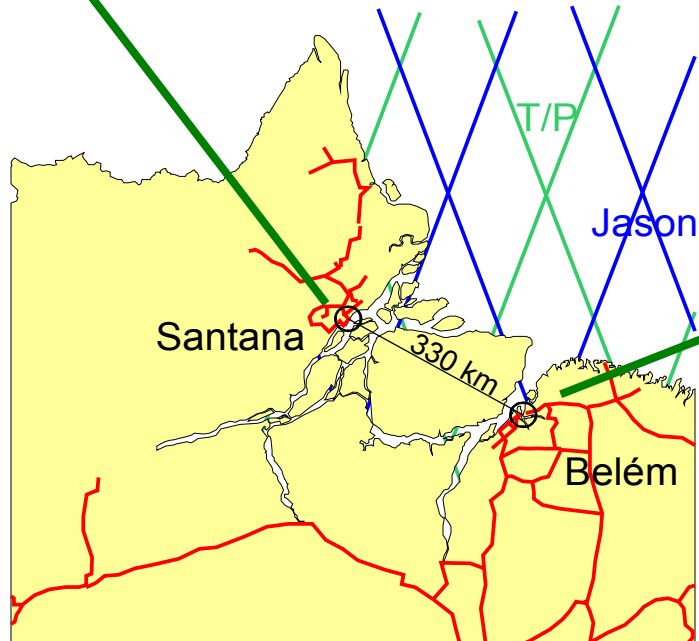


Uma distância de 330km, cruzando a Ilha de Marajó e sob forte influência do rio Amazonas, separa o DVS e os pontos mais próximos vinculados ao DVB nas vizinhanças de Belém. Esta configuração pode ser explorada para investigar alguns aspectos relacionados à conexão de *Data Verticais*. As investigações 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

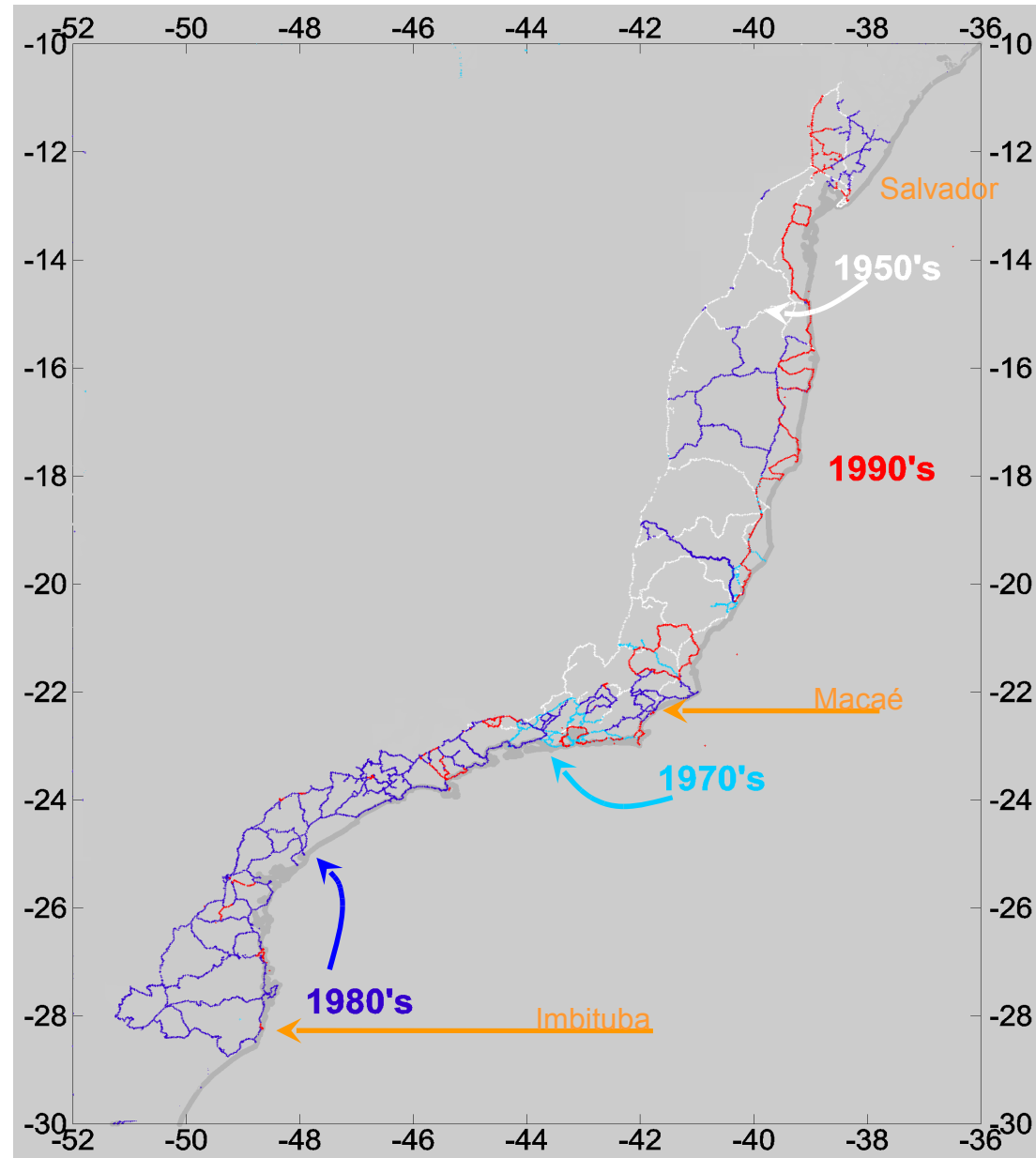


UFPR
Universidade
Federal do Paraná

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

Aplicação

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





UFPR
Universidade
Federal do Paraná

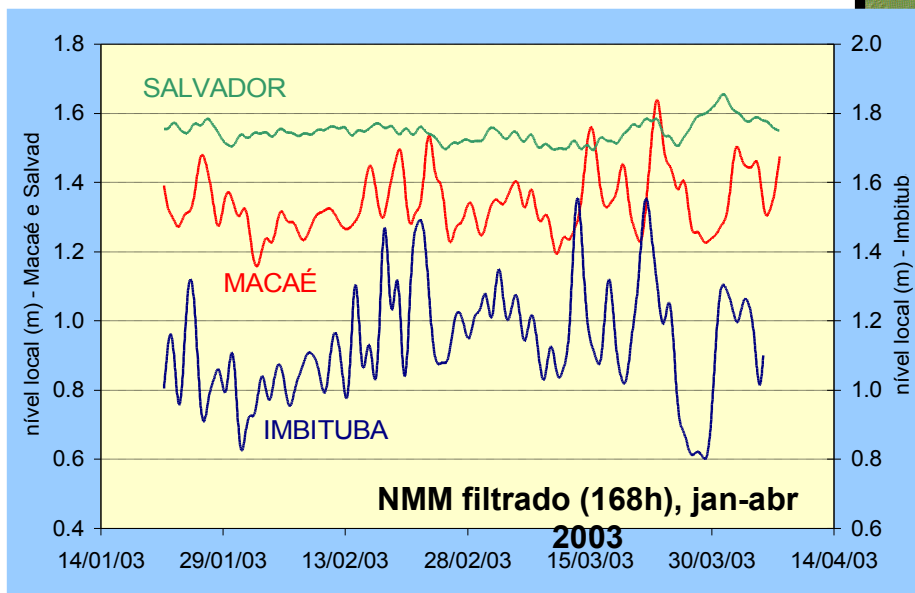
Ciências Geodésicas

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

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

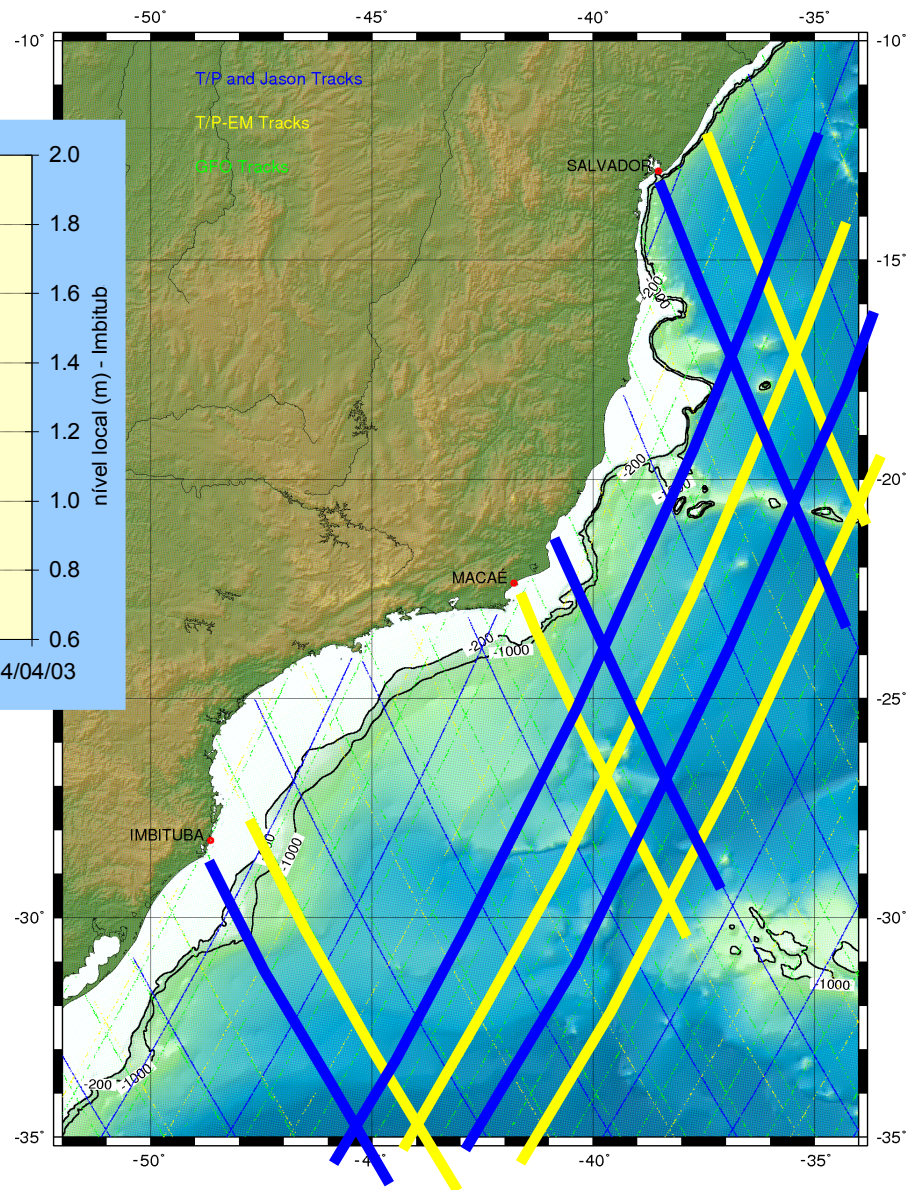
PÓS CONFEGE

Avaliação



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

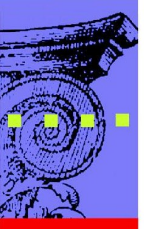
Salvador: sem efeitos
meteorológicos e de
plataforma !





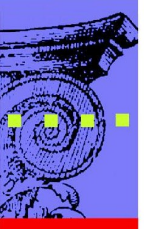
CONSIDERAÇÕES FINAIS (1):

- 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.