

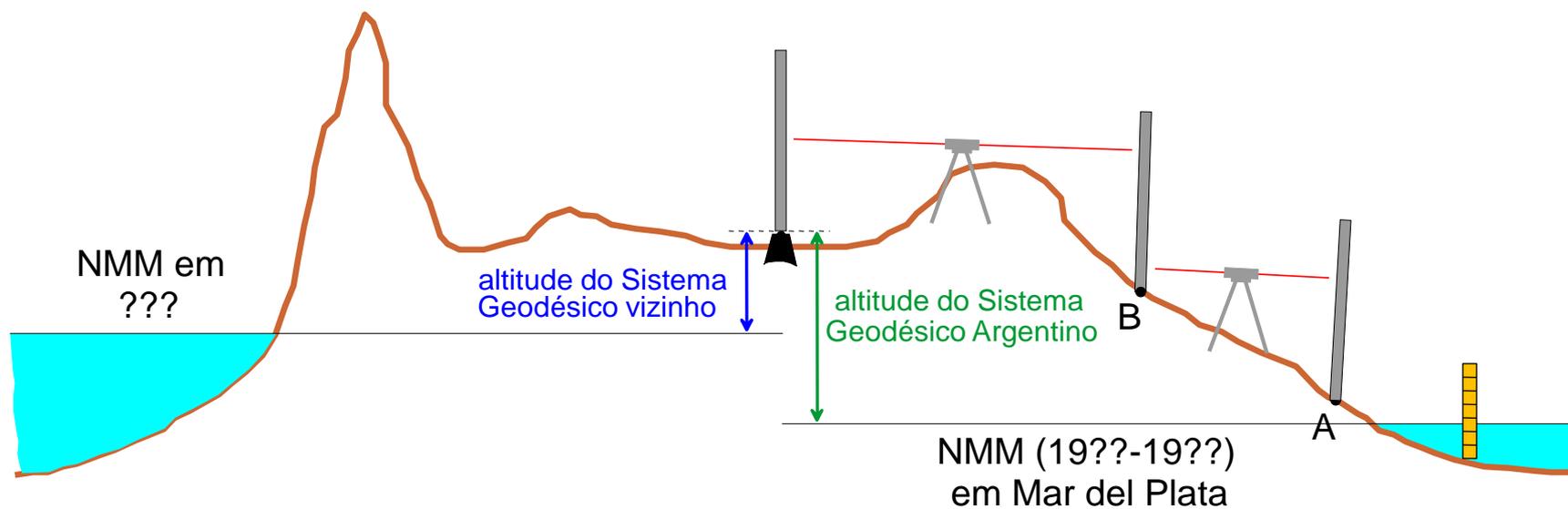


Definição, realização, propagação e manutenção do Datum Vertical SIRGAS

Roberto Teixeira Luz

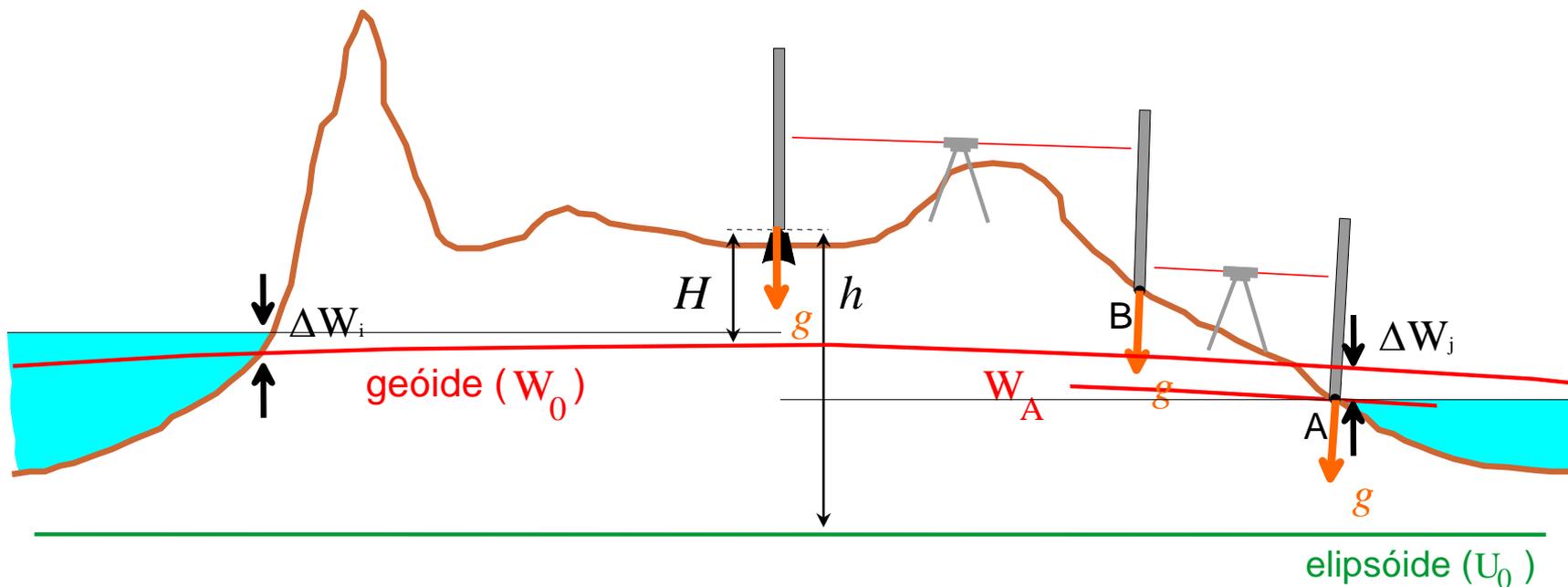
Grupo de Trabalho "Datum Vertical" (GT-III), Projeto SIRGAS

*Jornada Técnica acerca del Marco de Referencia Vertical de Argentina
Universidade Nacional de Rosario
4.novembro.2011*

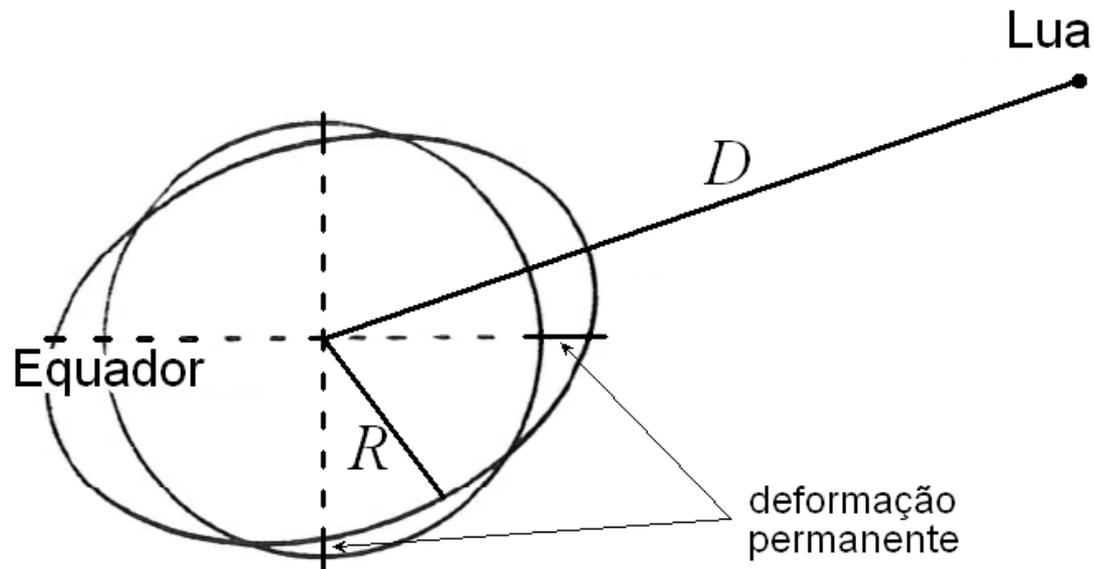


Sistema Vertical SIRGAS

- estações SIRGAS CON
 - estações nos *data* verticais
 - estações nas fronteiras
- }
- a. altitudes geométricas
 - b. altitudes físicas
(números geopotenciais)

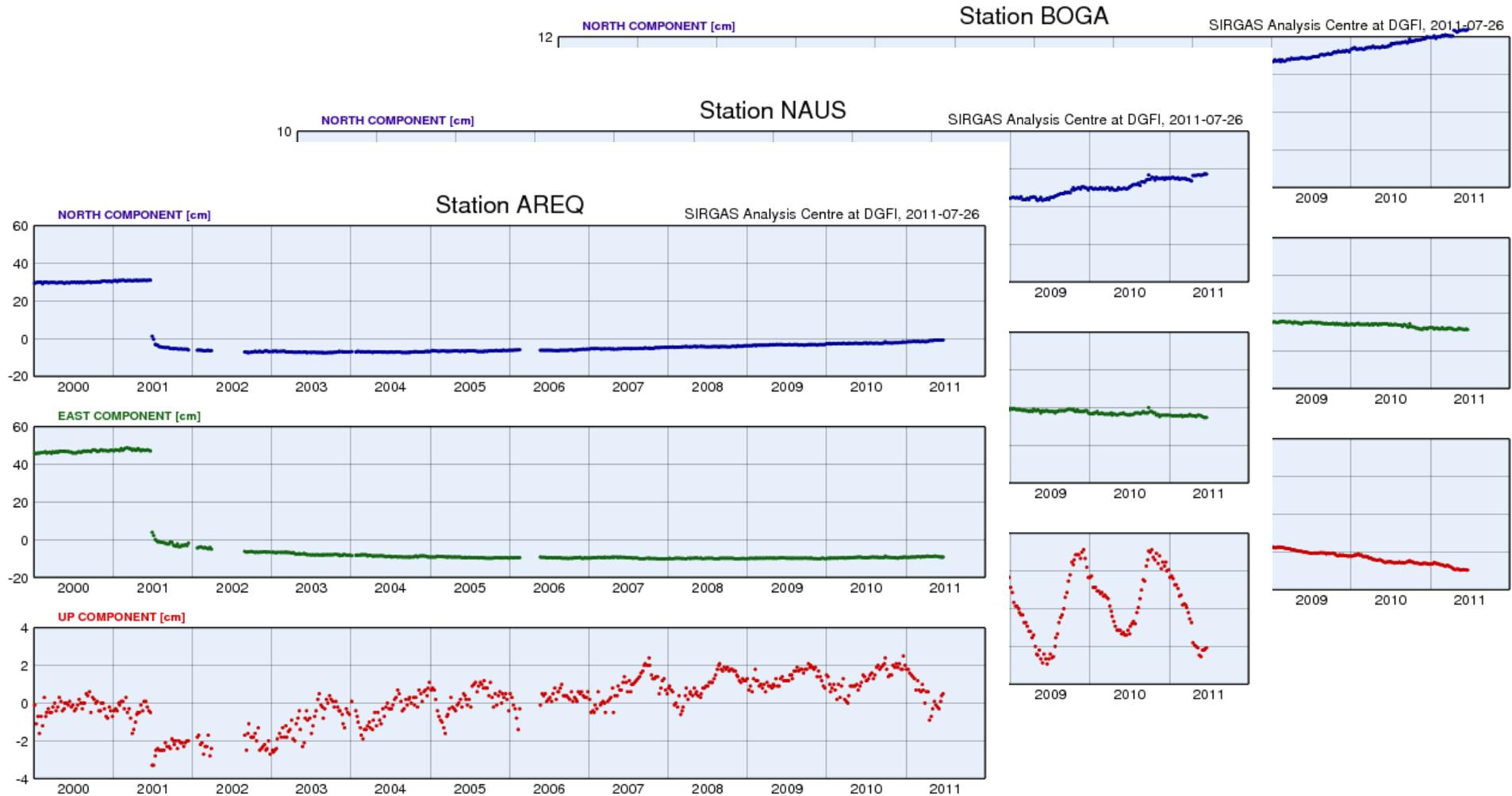


Maré Permanente

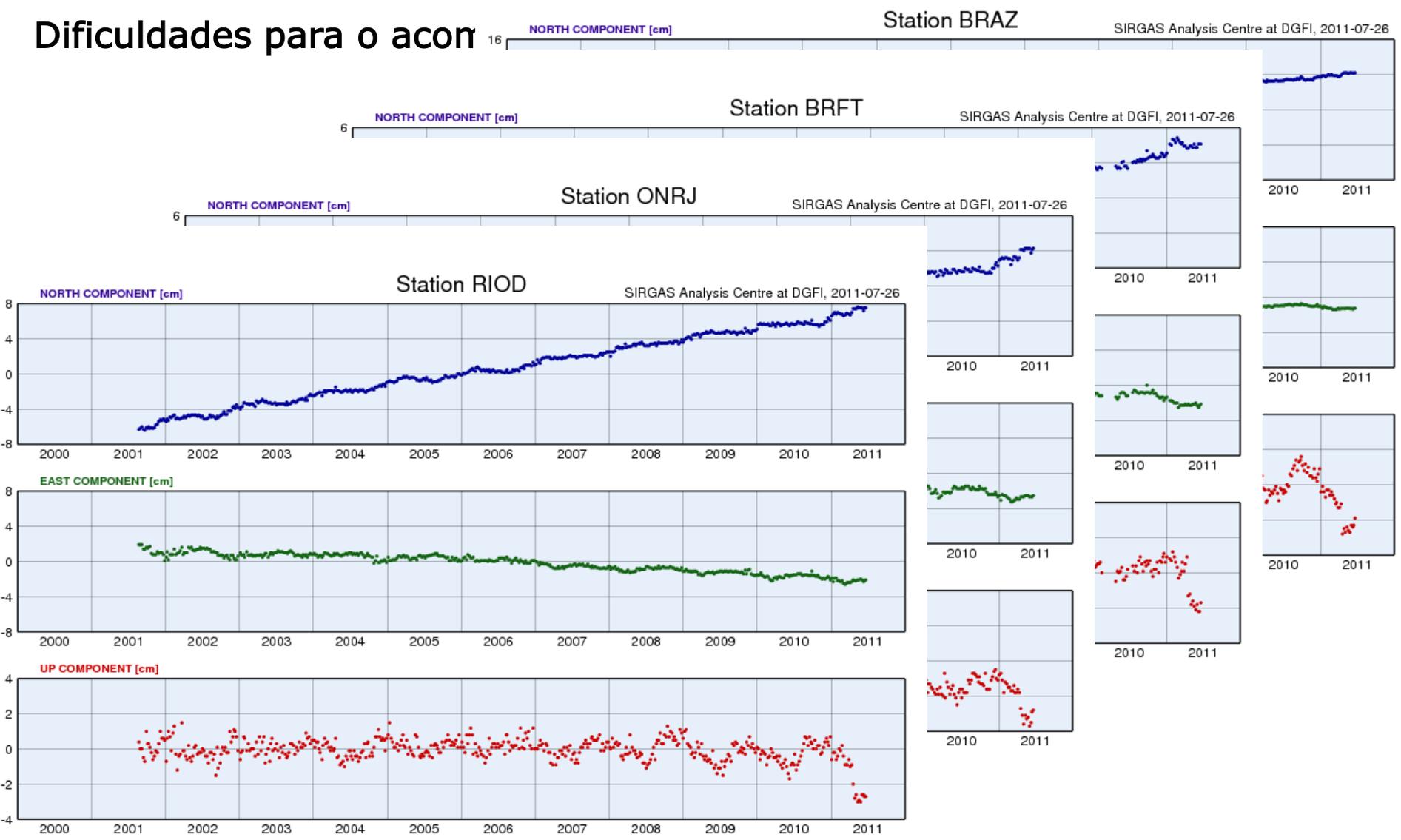


- “livre da maré” (“*tide-free*”) : completa redução dos efeitos diretos (gravitação) e indiretos (deformação), incluindo M_0S_0 : : ITRF, SIRGAS, EGM96 ...
- “maré média” (“*mean tide*”) : são reduzidos apenas os termos periódicos, mantendo-se os efeitos de M_0S_0 : : IGSN-71, RAAP(+/-), altimetria por satélites ...
- “maré zero” (“*zero tide*”) : redução total dos efeitos diretos (incluindo M_0S_0) e somente das componentes periódicas do efeito indireto : : **Resoluções da IAG n. 9 e n. 16 (1983)**

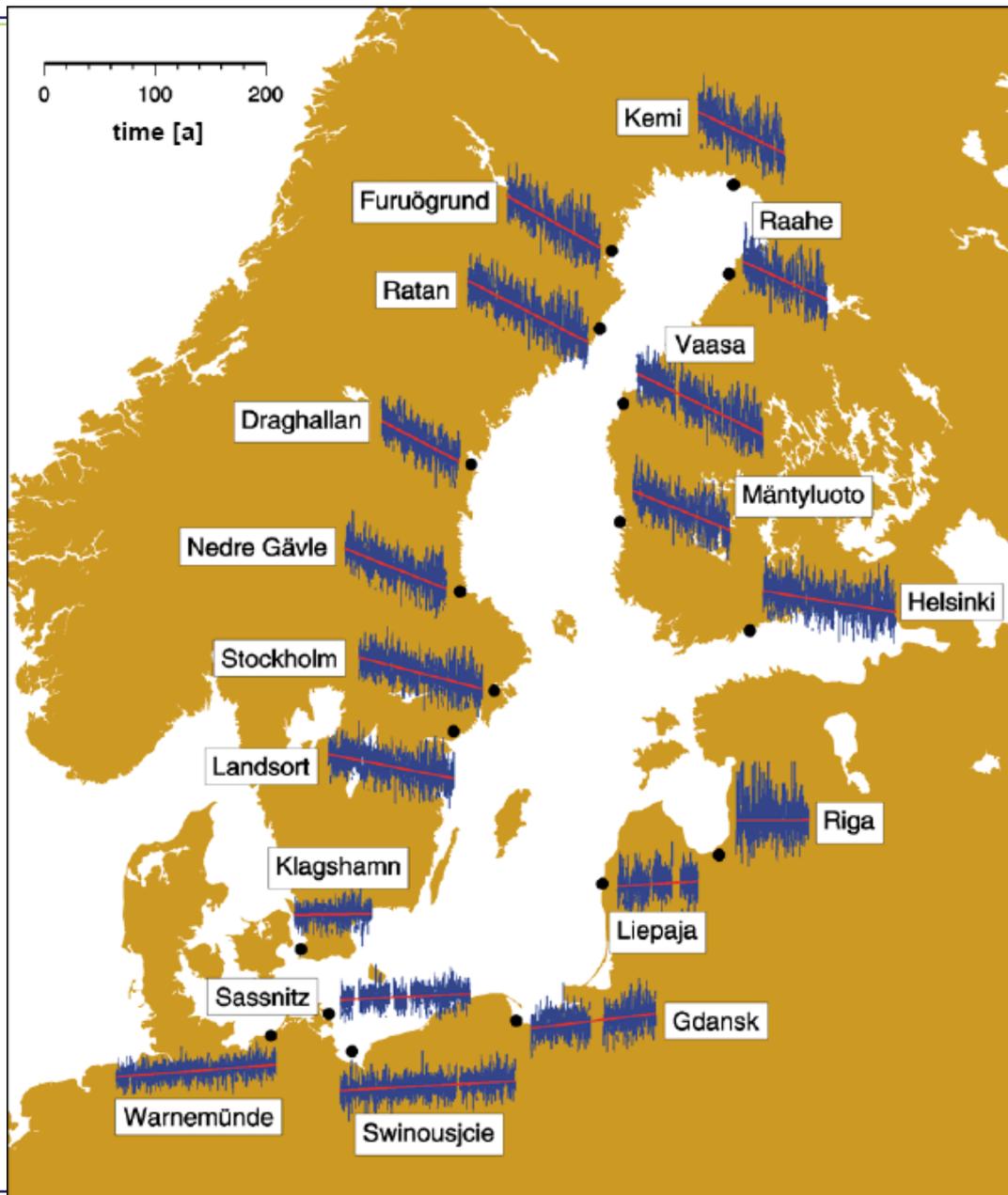
Dificuldades para o acompanhamento das mudanças temporais



Dificuldades para o acon



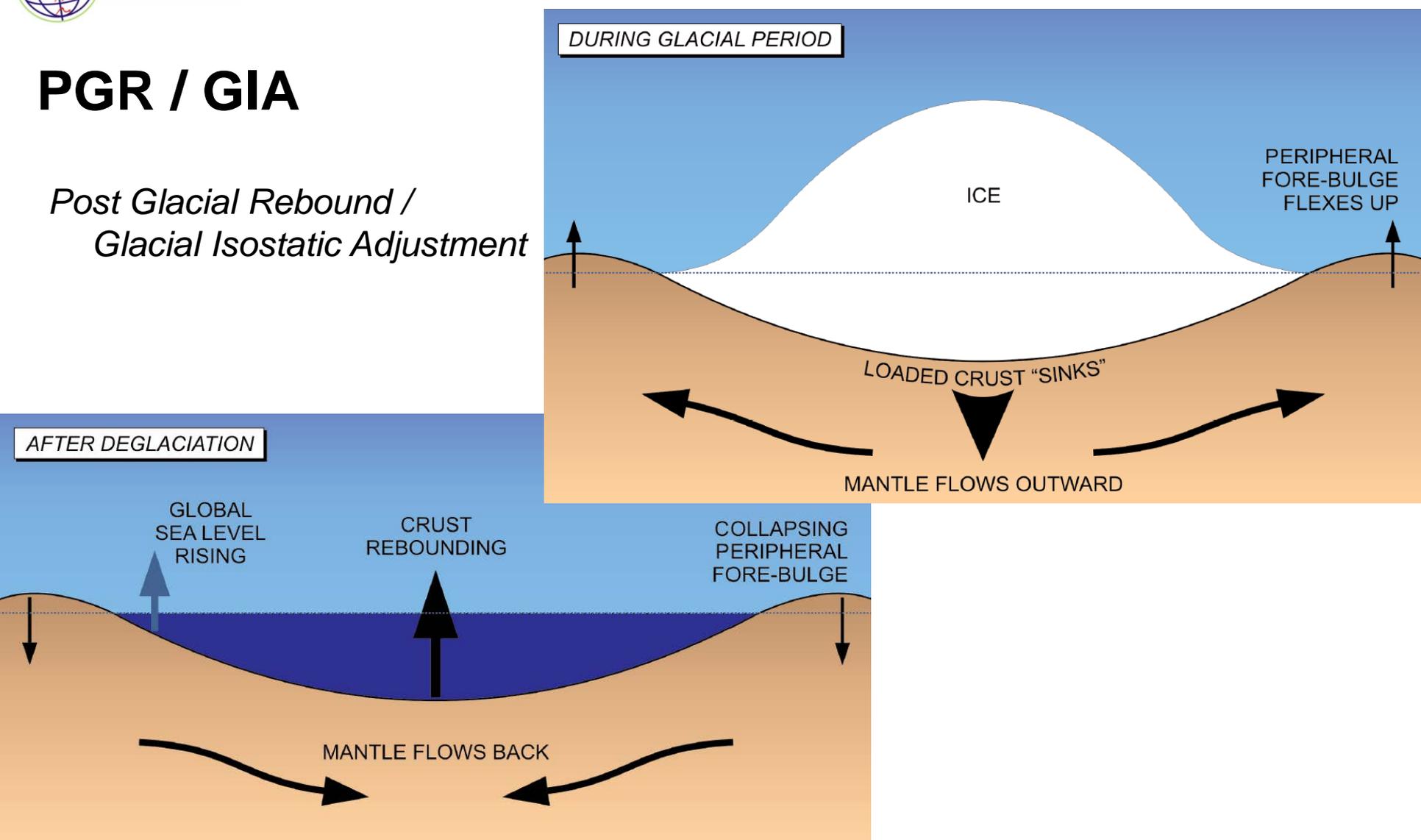
PGR versus NMM



Fonte: <http://www.ec-gis.org/sdi/ws/evrs/LIEBSCH.pdf>

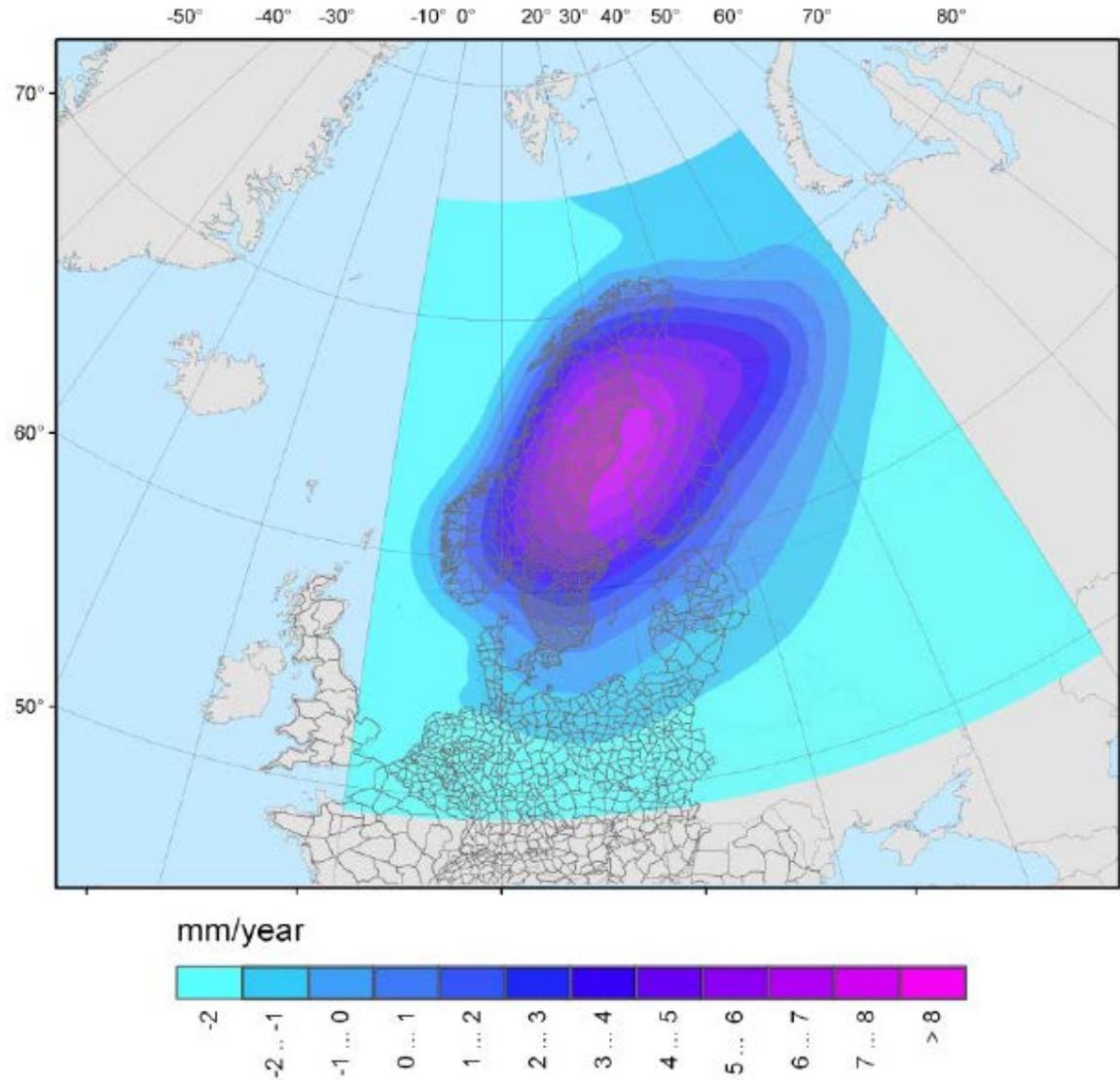
PGR / GIA

*Post Glacial Rebound /
Glacial Isostatic Adjustment*



Fonte: Geomatica, v.60, n.2, p.180 (<http://www.geod.nrcan.gc.ca/pdf/geomatica.pdf>)

PGR *versus* NMM



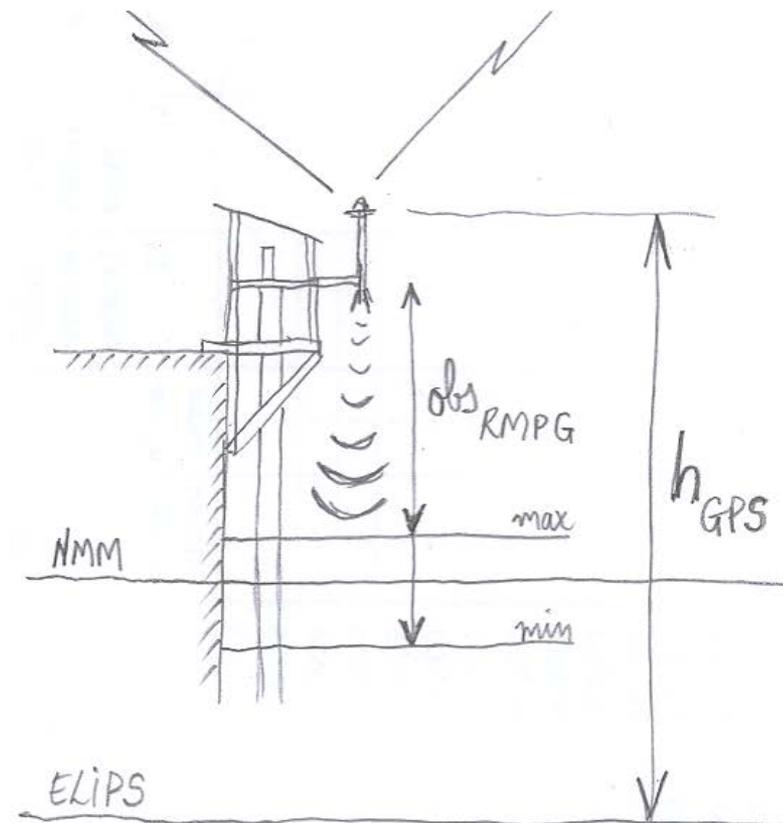
Fonte: Ihde et al. (2009) ::
www.iag2009.com.ar

Controle Geodésico de Estações Maregráficas

Situação ideal

Table 4.1 Accuracy of geodetic fixing of TGBMs.

Technique	Accuracy
GPS from TGBM to SLR/VLBI Reference Frame	<1 cm
Absolute Gravity near Tide Gauges and at SLR/VLBI Station	<2 μ gal (approx. 1 cm)



Controle Geodésico de Estações Maregráficas

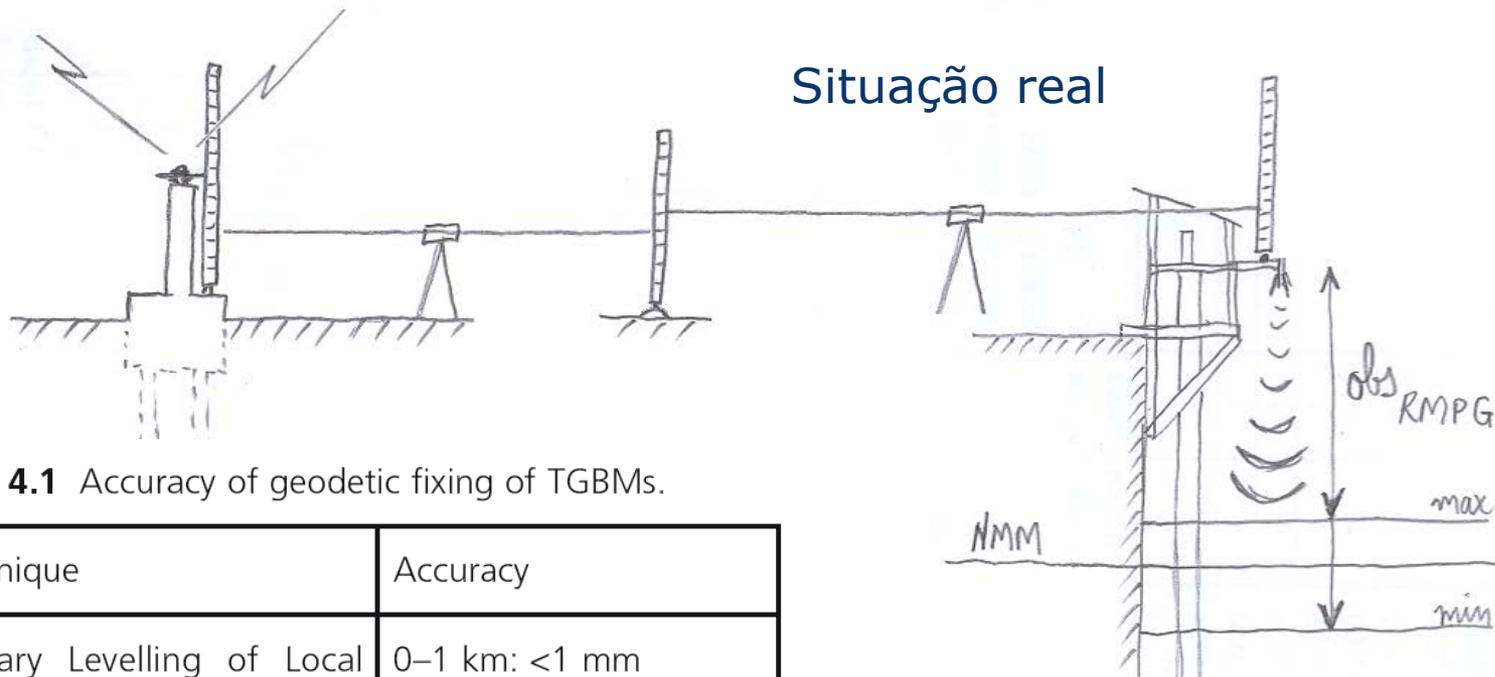


Table 4.1 Accuracy of geodetic fixing of TGBMs.

Technique	Accuracy
Primary Levelling of Local Benchmarks	0–1 km: <1 mm 1–10 km: <1 cm
GPS from TGBM to SLR/VLBI Reference Frame	<1 cm
Absolute Gravity near Tide Gauges and at SLR/VLBI Station	<2 μ gal (approx. 1 cm)

Fonte: *Manual on Sea Level Measurement and Interpretation*

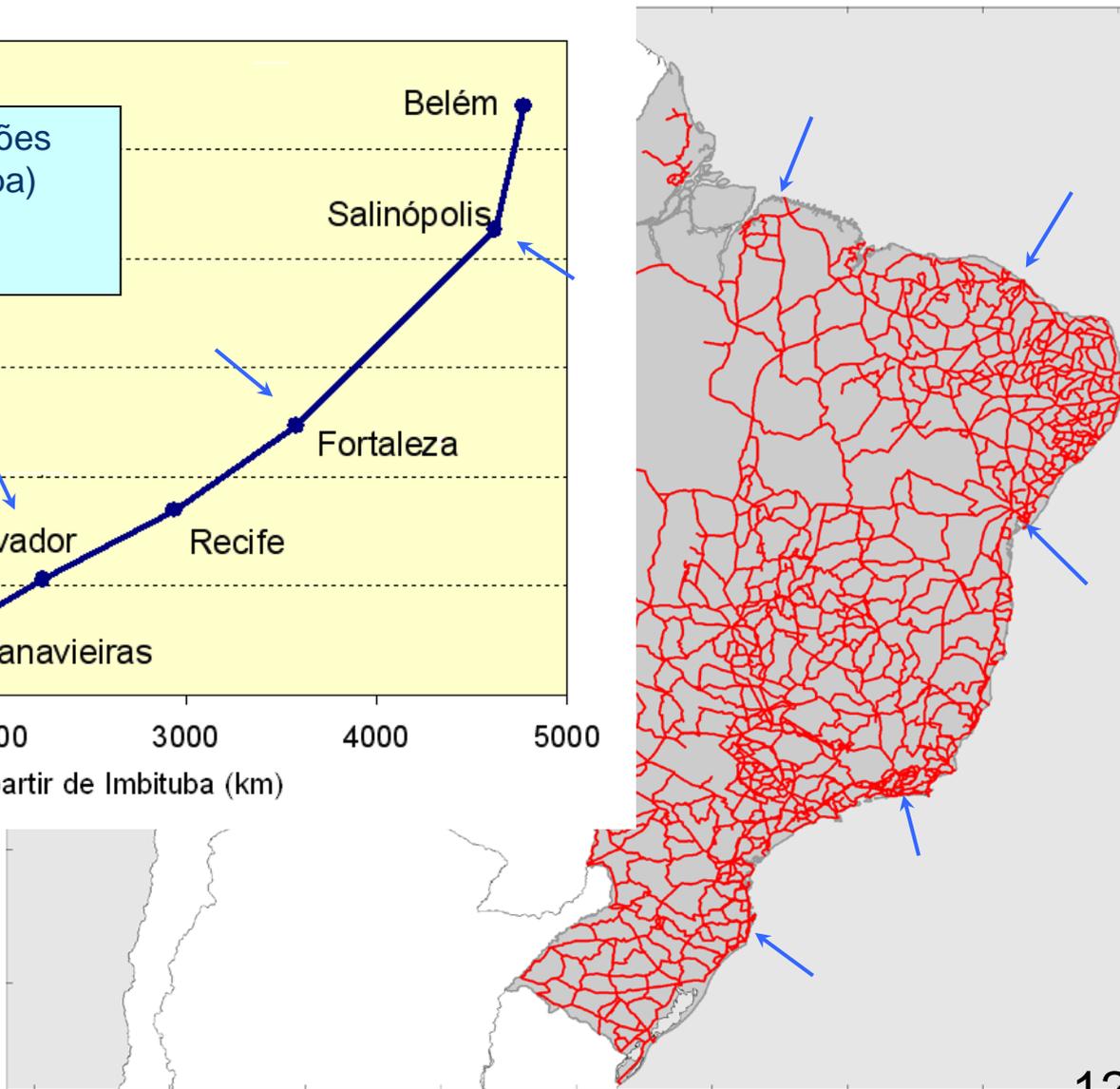
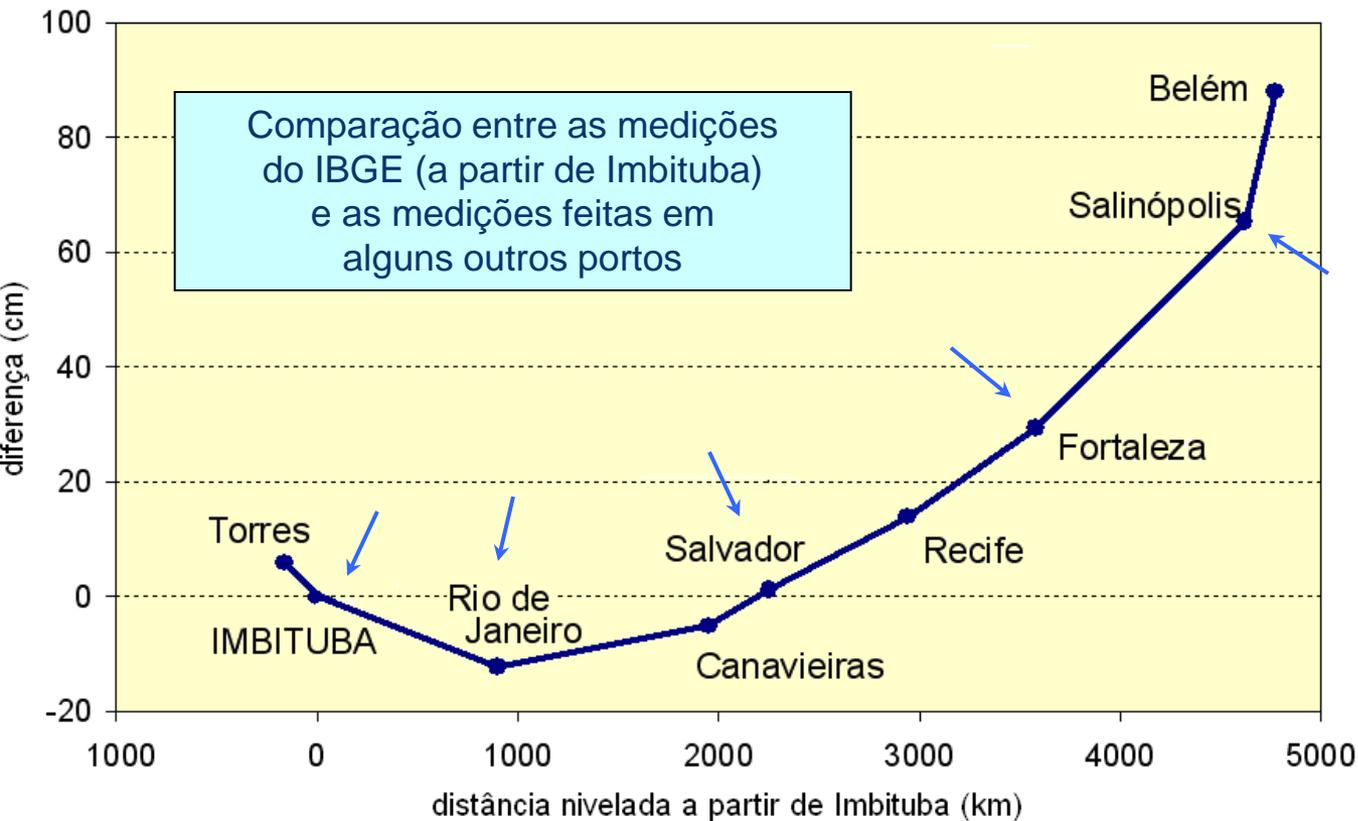
([http:// www.pol.ac.uk / psmsl / manuals](http://www.pol.ac.uk/psmsl/manuals))

vol. II (1994): p. 26

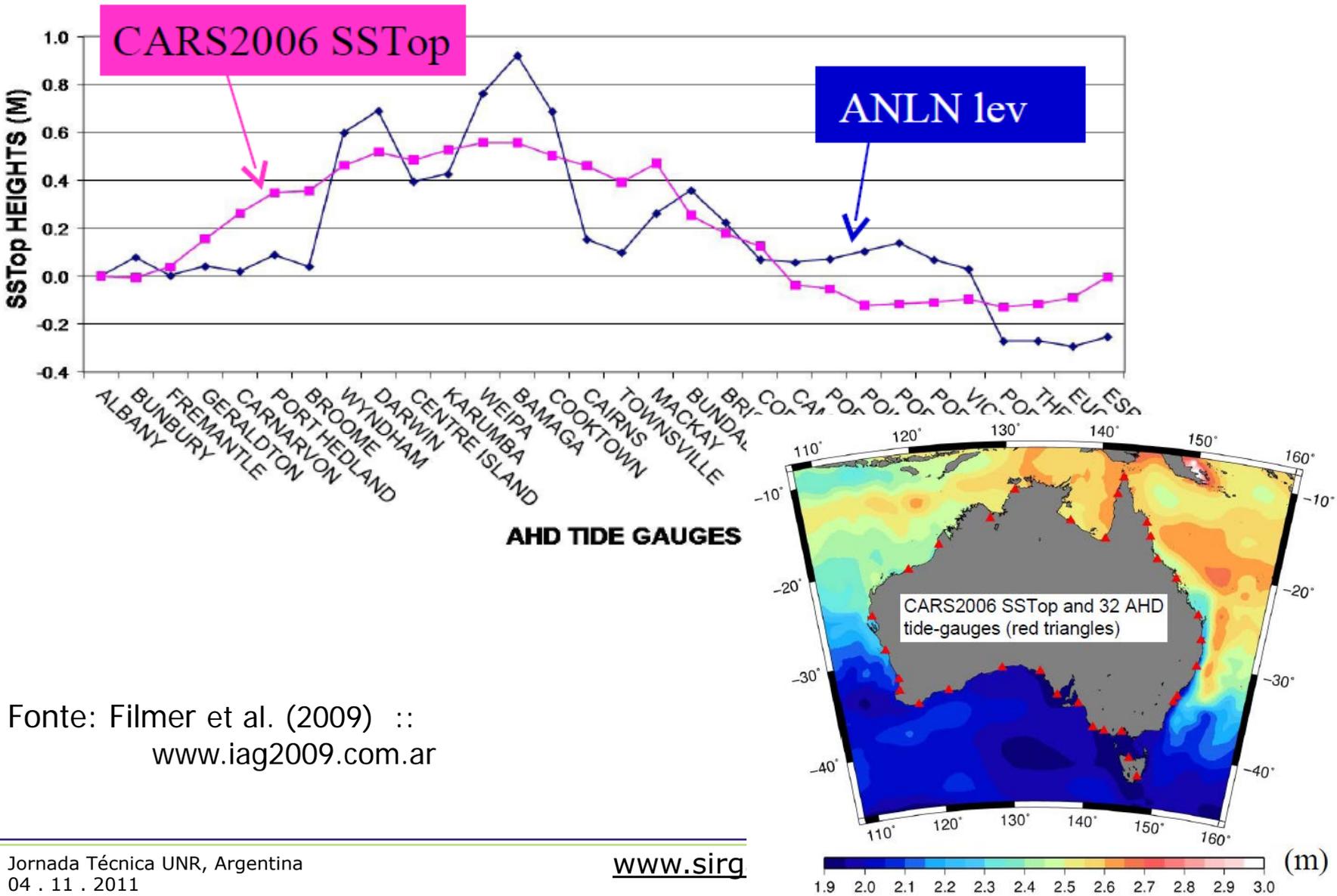
vol. III (2002): p. 37

vol. IV (2006): p. 31

Topografia do NMM (ou TOD)



Topografia do NMM (ou TOD)



Fonte: Filmer et al. (2009) ::
www.iag2009.com.ar



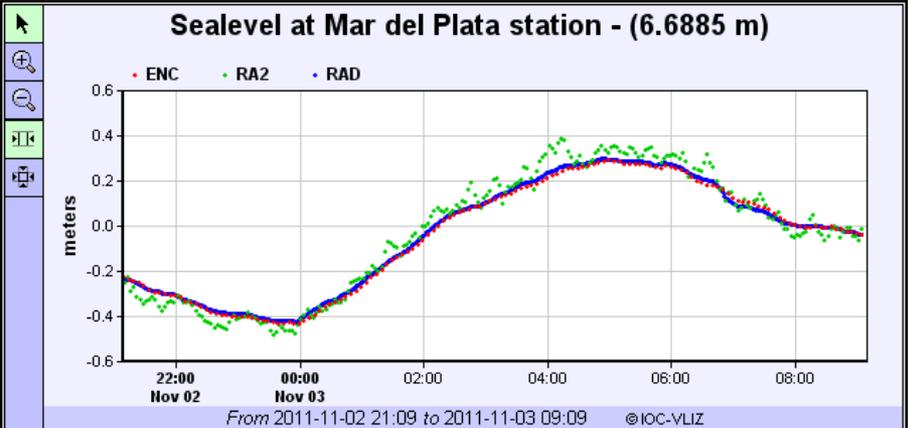
SEA LEVEL STATION MONITORING FACILITY

NMM

Intro Map Station lists **Station details** Services

[previous station] Station **Mar del Plata** at GMT [next station]
 [more details] [GTS message] [show data] [show on map] [monitor]

Station metadata	
Code	plat2
Country	Argentina
Location	Mar del Plata
Status	Operational
Local Contact	Armada Argentina Servicio de Hidrografia Naval (Argentina)
GLOSS ID	192 [goto handbook]
Latitude	-38.00015278
Longitude	-57.53850556
Connection	GTS message
GTS message type	SEPO40
Sensor 1	
Type of sensor	RAD
Sampling rate (min)	1
Sensor 2	
Type of sensor	RA2
Sampling rate (min)	3
Sensor 3	



Period	Signals	Data
12h	<input checked="" type="checkbox"/> RAD <input checked="" type="checkbox"/> RA2 <input checked="" type="checkbox"/> ENC	<input checked="" type="radio"/> Relative levels= signal - average over selected period <input type="radio"/> Absolute levels= as received <input type="radio"/> Offset signals= relative signals + offset

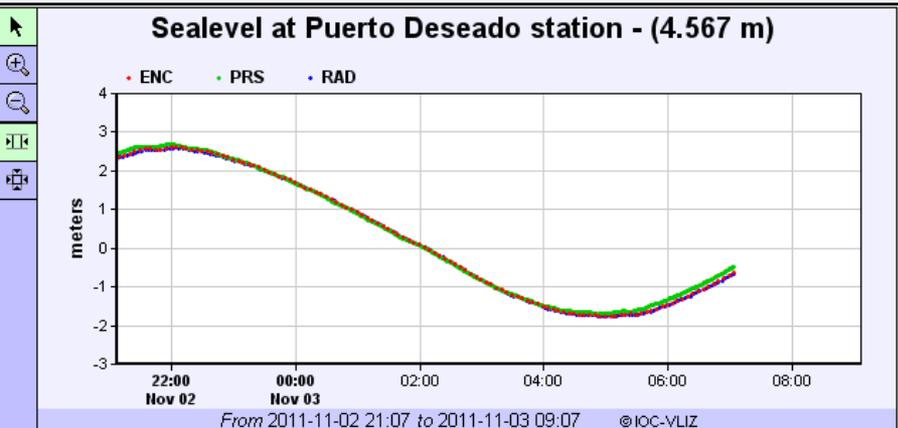
www.ioc-sealevelmonitoring.org

VEL STATION MONITO

Station lists **Station details**

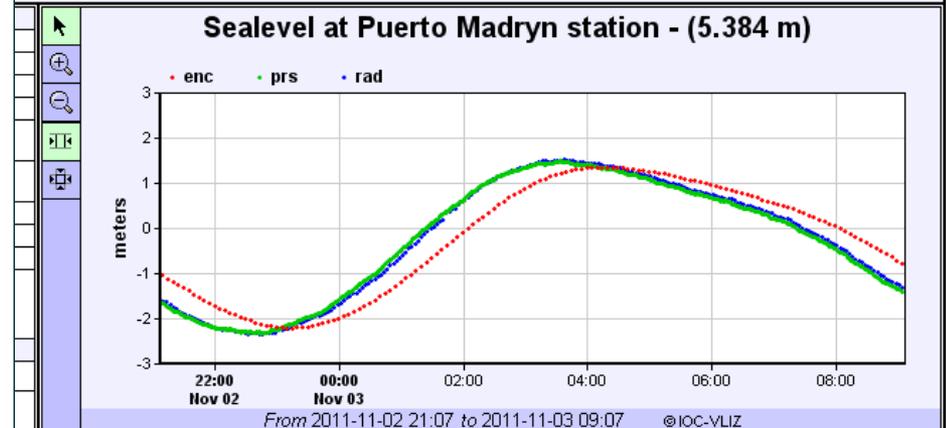
Puerto Deseado at GMT

[message] [show data] [show on map] [monitor]

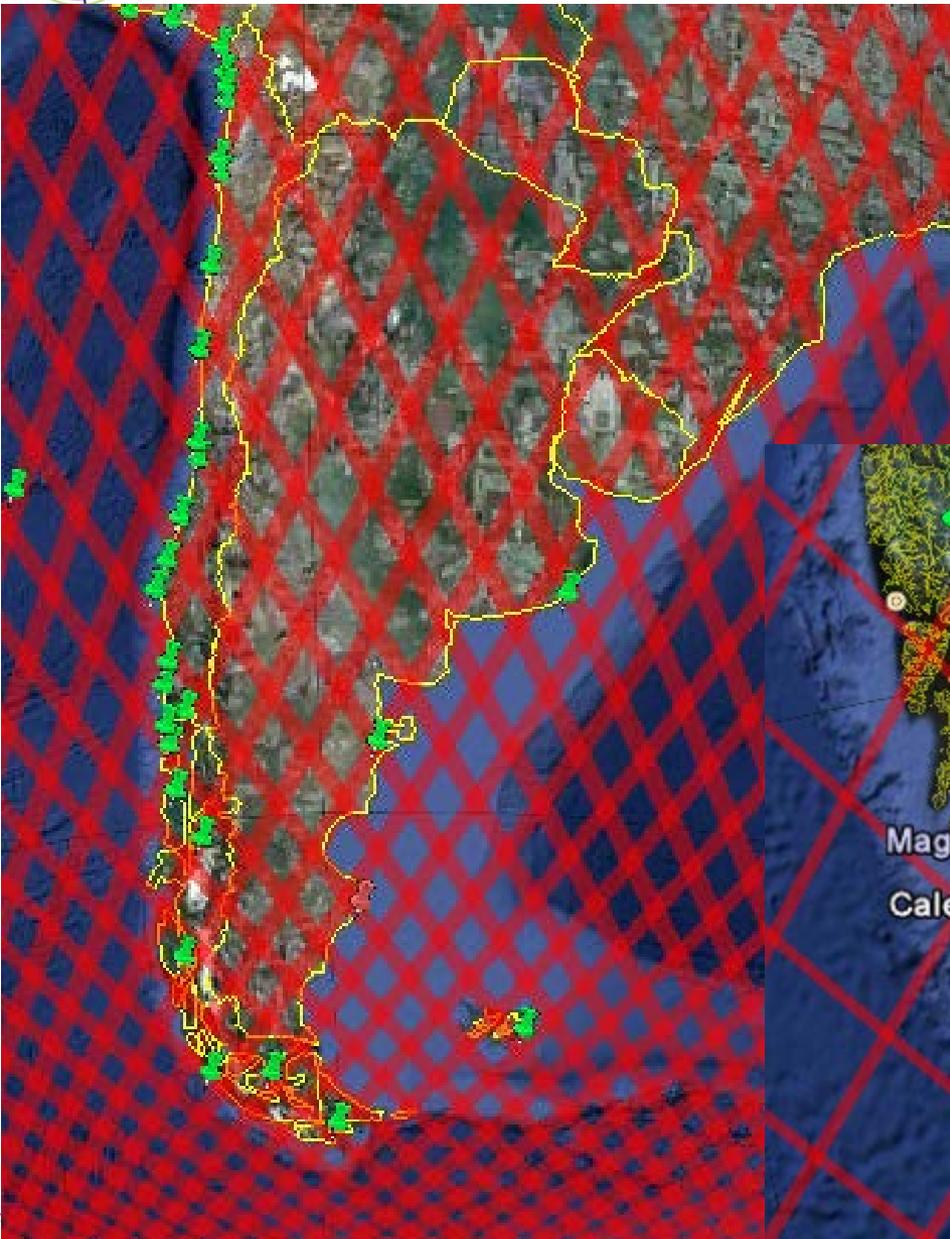


Period	Signals	Data
12h	<input checked="" type="checkbox"/> PRS <input checked="" type="checkbox"/> RAD <input checked="" type="checkbox"/> ENC	<input checked="" type="radio"/> Relative levels= signal - average over selected period <input type="radio"/> Absolute levels= as received <input type="radio"/> Offset signals= relative signals + offset

[TS message] [show data] [show on map] [monitor]

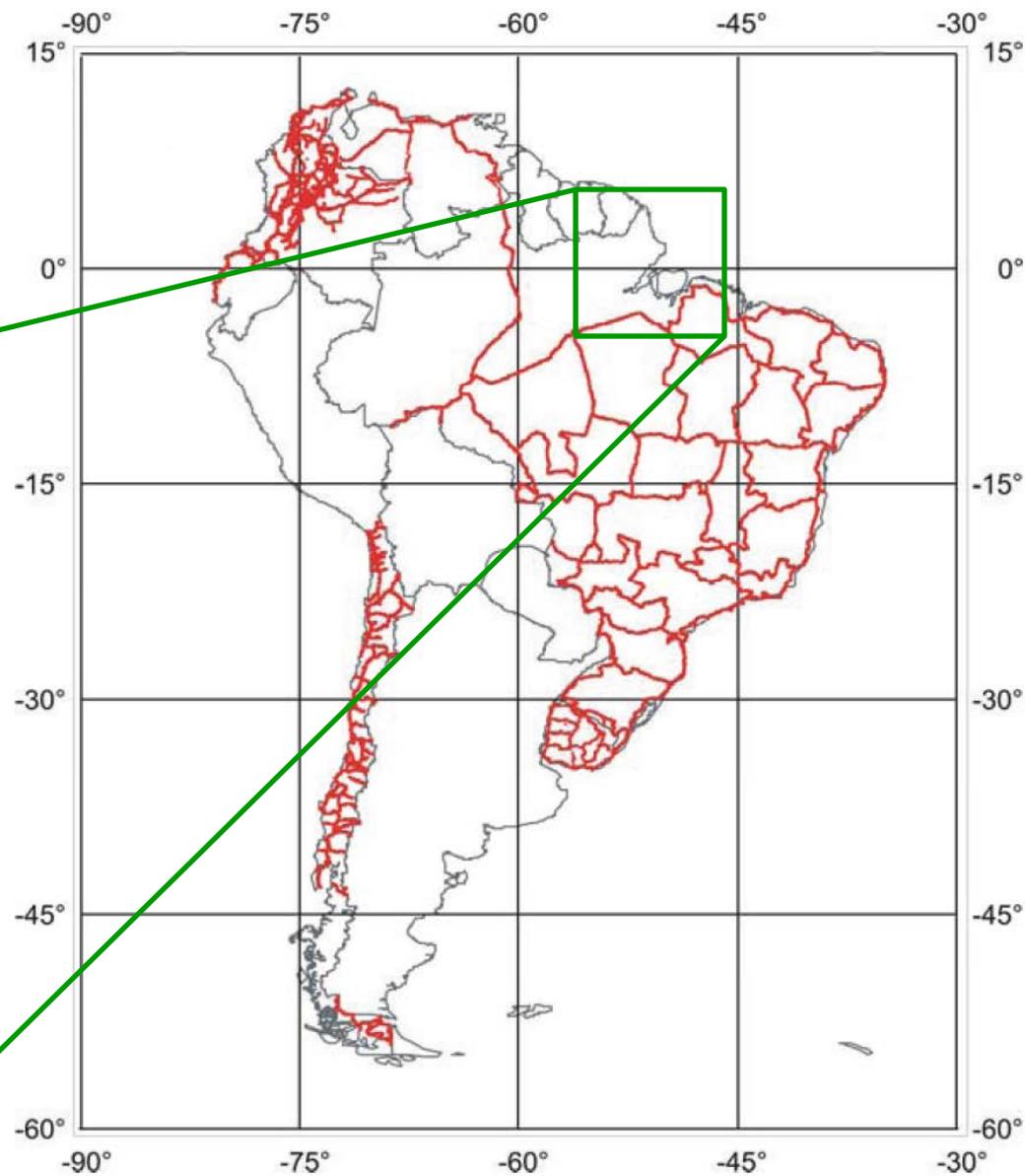


Period	Signals	Data
12h	<input checked="" type="checkbox"/> prs <input checked="" type="checkbox"/> rad <input checked="" type="checkbox"/> enc	<input checked="" type="radio"/> Relative levels= signal - average over selected period <input type="radio"/> Absolute levels= as received <input type="radio"/> Offset signals= relative signals + offset



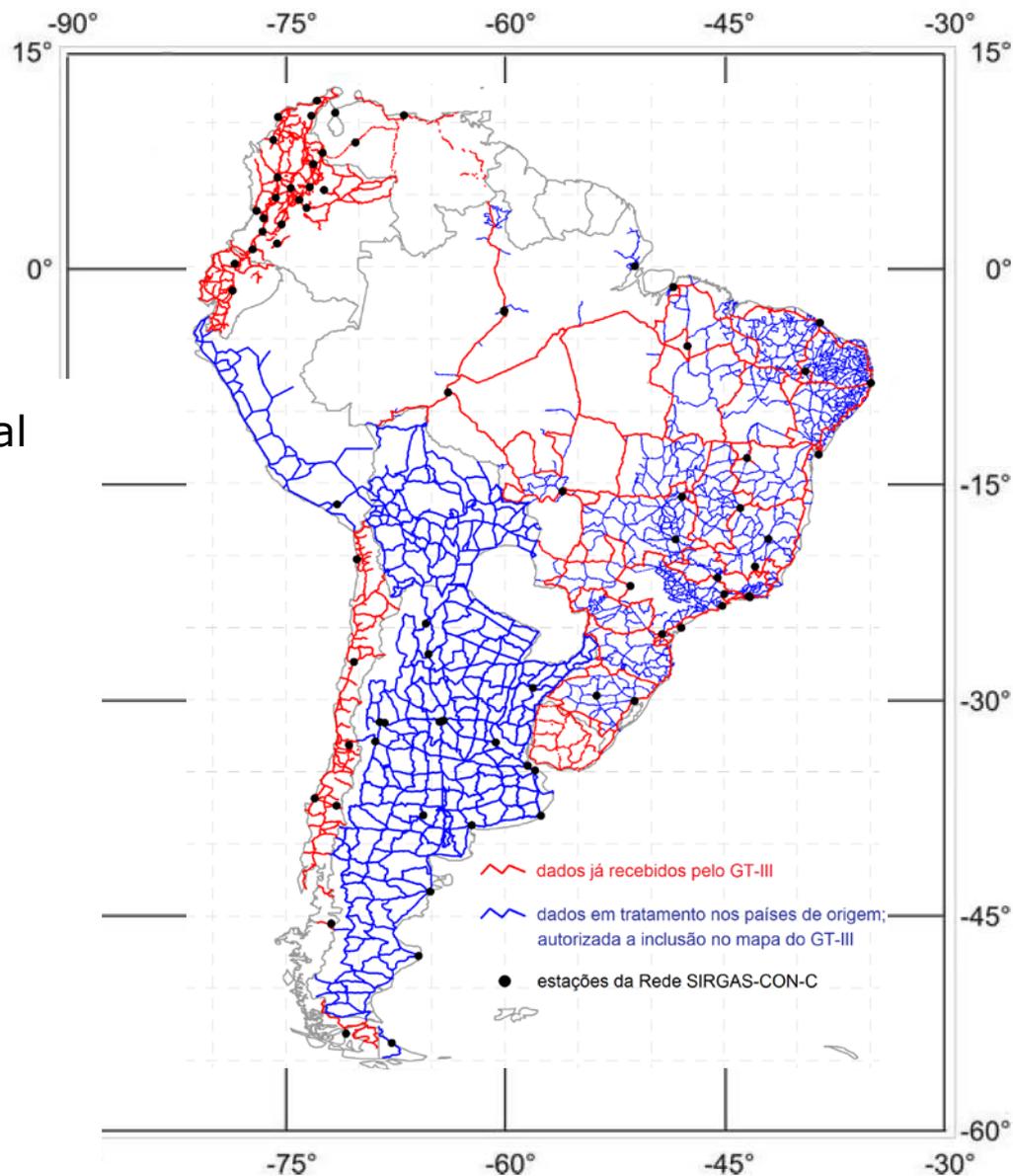
Dificuldades para uma rede de nivelamento "continental" interligando as estações SIRGAS

- os Andes
- a Amazônia (rios e floresta)



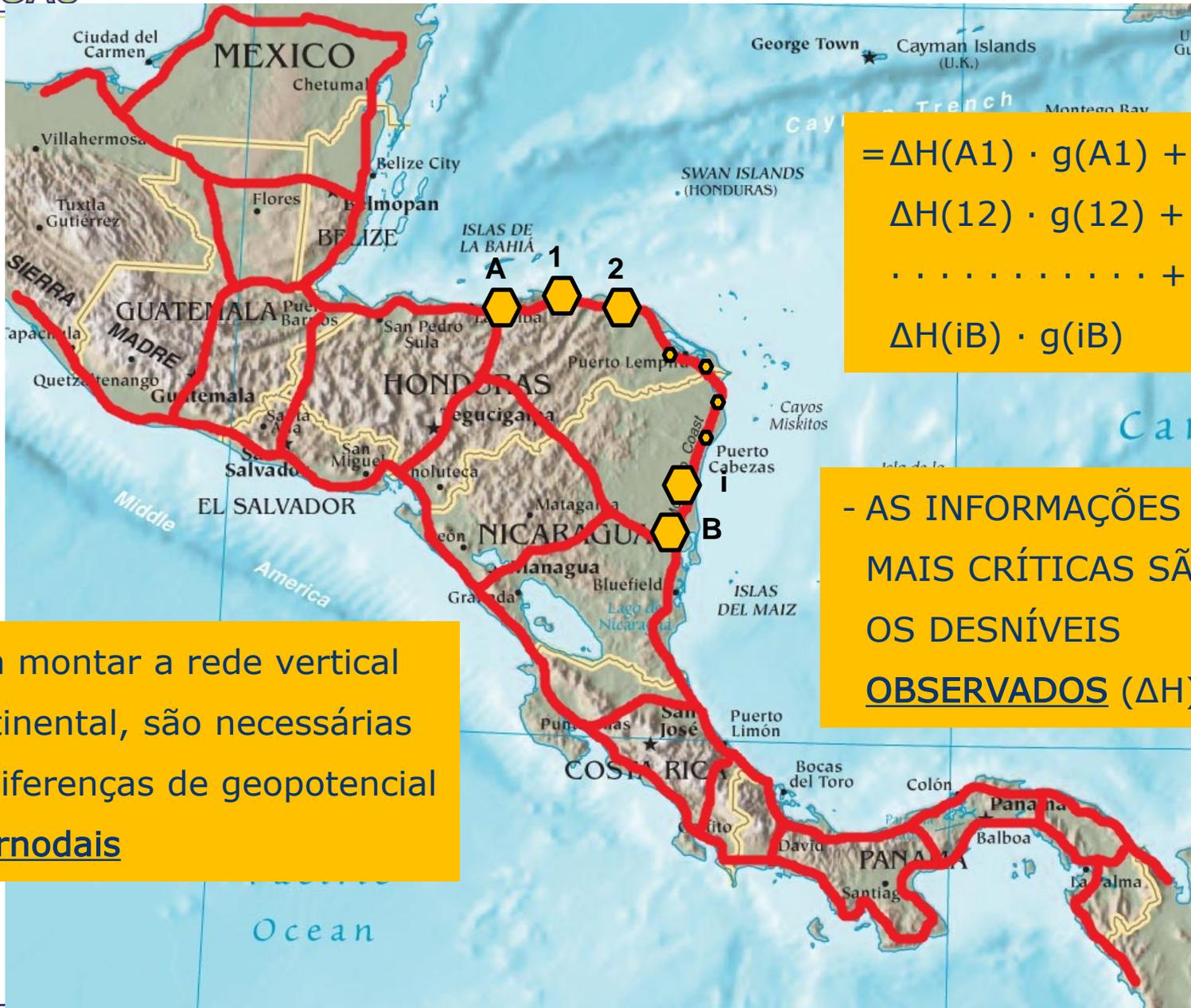
Dificuldades para uma rede de nivelamento "continental" (cont.)

- os Andes
- a Amazônia (rios e floresta)
- a ausência de dados em meio digital
- o problema (3,5m +/- ?) na longa linha aberta que liga Venezuela e Brasil
- a heterogeneidade espacial e temporal dos dados enviados ao GT-III do SIRGAS
- a ausência de gravidade nas estações de nivelamento





Projeto conjunto entre
UFPR e UNLP, incluindo
IGNA e IBGE, sobre a
conexão das redes
verticais de Argentina e
Brasil



$$= \Delta H(A1) \cdot g(A1) + \Delta H(12) \cdot g(12) + \dots + \Delta H(iB) \cdot g(iB)$$

- para montar a rede vertical continental, são necessárias as diferenças de geopotencial internodais

- AS INFORMAÇÕES MAIS CRÍTICAS SÃO OS DESNÍVEIS OBSERVADOS (ΔH)

Desníveis observados – cadernetas de campo

Nivelamento de Precisão

DATA 23/01/73 NIVELAMENTO . CONTRA-NIVELAMENTO
 SOL: 0 VENTO: 0 HORA: 7-25
 Do RN 777P ao RN 777R Operador M. Lucio
 Nivel 81507 Miras 12834/43 Temp. Anotador M. Lucio

Estação N.º	LEITURA DA MIRA			ESTADIA	
	Esquerda	Direita	Diferença	Fios	Dif
1				414.0	14
2	9890	400.39	3015.0	400.0	14
				386.0	28
				396.0	16
				374.0	22
				312.0	44
				386.0	216
				364.0	22
				344.0	44
				373.0	25
				348.0	25
				323.0	50
				416.0	51
				365.0	51
				314.0	02
				181.0	36
				54.0	36
				50.0	72
				16.0	24
				536.39	3014.9
				536.0	24

Nivelamento de Precisão

DATA 23/01/73 NIVELAMENTO . CONTRA-NIVELAMENTO
 SOL: 0 VENTO: 0 HORA: 09:15
 Do RN 777P ao RN 777R Operador M. Lucio
 Nivel 81507 Miras 12832/43 Temp. Anotador M. Lucio

Estação N.º	LEITURA DA MIRA			ESTADIA		Corret. refm.
	Esquerda	Direita	Diferença	Fios	Diferença	
25	159.95	161.45	301.50	461.0	178	
				444.0	340	
				498.0	210	
				472.0	210	
				458.0	420	
				417.99	119.286	
				417.99	152.0	

Nivelamento de Precisão

DATA 23-01-75 NIVELAMENTO . CONTRA-NIVELAMENTO
 SOL: 0 VENTO: 0 HORA: 7-25
 Do RN 777P ao RN 777R Operador M. Lucio
 Nivel 81507 Miras 12832/43 Temp. Anotador M. Lucio

Estação N.º	LEITURA DA MIRA			ESTADIA		Corret. refm.
	Esquerda	Direita	Diferença	Fios	Diferença	
26	185.88	422.32	301.49	472.0	210	
				458.0	420	
				417.99	119.286	
				417.99	152.0	

HISTÓRICO DO RN 777R

Estado: Tocantins - Foz de Iguaçu - RO
 Município: Porto Velho
 Cidade mais próxima: Porto Velho
 Distância e direção: 12.4 km sul
 Trecho de estrada: Porto Velho - Humaitá
 Descrição: Esta 25m a direita do eixo, após uma vau. 12.0km além do Rio MA-DEIRA. Em frente ao mares que tem o lote nº 12, nas proximidade de uma lavra de mandioca.

RN 50 2m acima
 Pz: 1950

Nivelamento de Precisão

DATA 23-01-75 NIVELAMENTO . CONTRA-NIVELAMENTO
 SOL: 0 VENTO: 0 HORA: 7-25
 Do RN 777P ao RN 777R Operador M. Lucio
 Nivel 81507 Miras 12832/43 Temp. Anotador M. Lucio

Estação N.º	LEITURA DA MIRA			ESTADIA		Corret. refm.	OBSERVAÇÕES
	Esquerda	Direita	Diferença	Fios	Diferença		
							Humaitá
							FCN
							LABOURA DE MANDIOCA
							Porto Velho

- cadernetas de campo: volume muito grande de informações

- muito tempo e esforço para sua digitação completa

- prioridade: DADOS DA SEÇÃO

- alternativa: RESUMOS DE NIVELAMENTO

Strategies for the vertical datum unification

Oceanic approach

(SStop around gauges)
 Satellite altimetry and
 satellite-only GGM,
 SStop at coast lines
 including also tide
 gauge records.

$$T_P^j - T_0 = \delta W^j$$

Coastal approach

(reference tide gauges)
 GPS positioning at tide
 gauges, (geopotential
 numbers), terrestrial
 gravity and satellite-
 only GGM.

$$\frac{1}{2}T_P^j - \frac{1}{2}h_P\gamma_P = \delta W^j$$

Terrestrial approach

(geometrical reference
 stations)
 GPS positioning at reference
 stations (including border
 points), geopotential
 numbers, terrestrial gravity
 and satellite-only GGM.

$$\frac{1}{2}(T_P^j + \Delta C_P^j) - \frac{1}{2}h_P\gamma_P = \delta W^j$$

$$\frac{1}{2}(T_P^j + \Delta C_P^j) - \frac{1}{2}(T_P^{j+1} + \Delta C_P^{j+1}) = \delta W^{j+1} - \delta W^j$$

Solution of observation equations by a combined adjustment !

Height datum unification within a global vertical reference system
 IAG Scientific Assembly, 2009-09-02, Buenos Aires, Argentina



Fonte: Sánchez (2009) :: www.iag2009.com.ar

Comentários finais

Muchas Gracias!

- nivelar e gravimetrar a rede de estações GNSS ativas
- nivelar e gravimetrar os pontos de vinculação internacional
- organizar e tratar dados em meio digital
- ampliar a rede CGNSS, incluindo também os principais marégrafos
- vincular a rede gravimétrica básica às estações absolutas
- ampliar as redes gravimétricas (básica e de densificação)
- discutir a viabilidade da aerogravimetria
- discutir a viabilidade da altimetria satelital
- discutir alternativas para a densificação da rede de nivelamento e o cálculo de modelos geoidais (local e regional)
- rever dados de nivelamento e gravidade já enviados a SIRGAS