



Atividades do Projeto do Geóide para a América do Sul

XVIII Assembléia Geral do IPGH Reunião SIRGAS – GT III

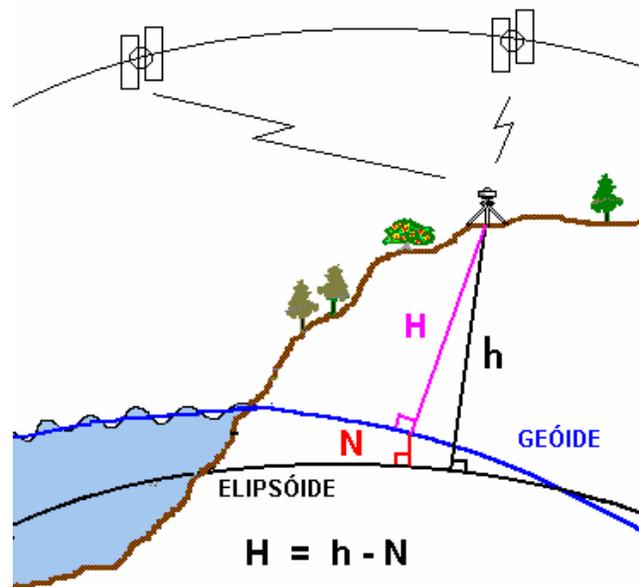
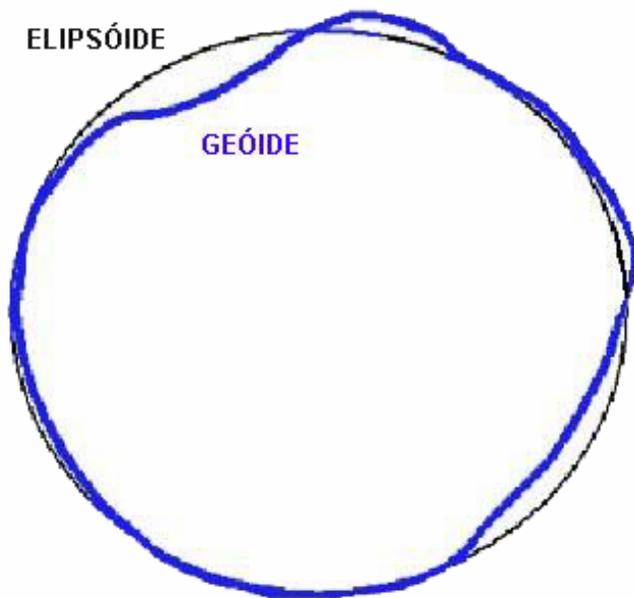
**Caracas - Venezuela
17 e 18 de novembro de 2005**

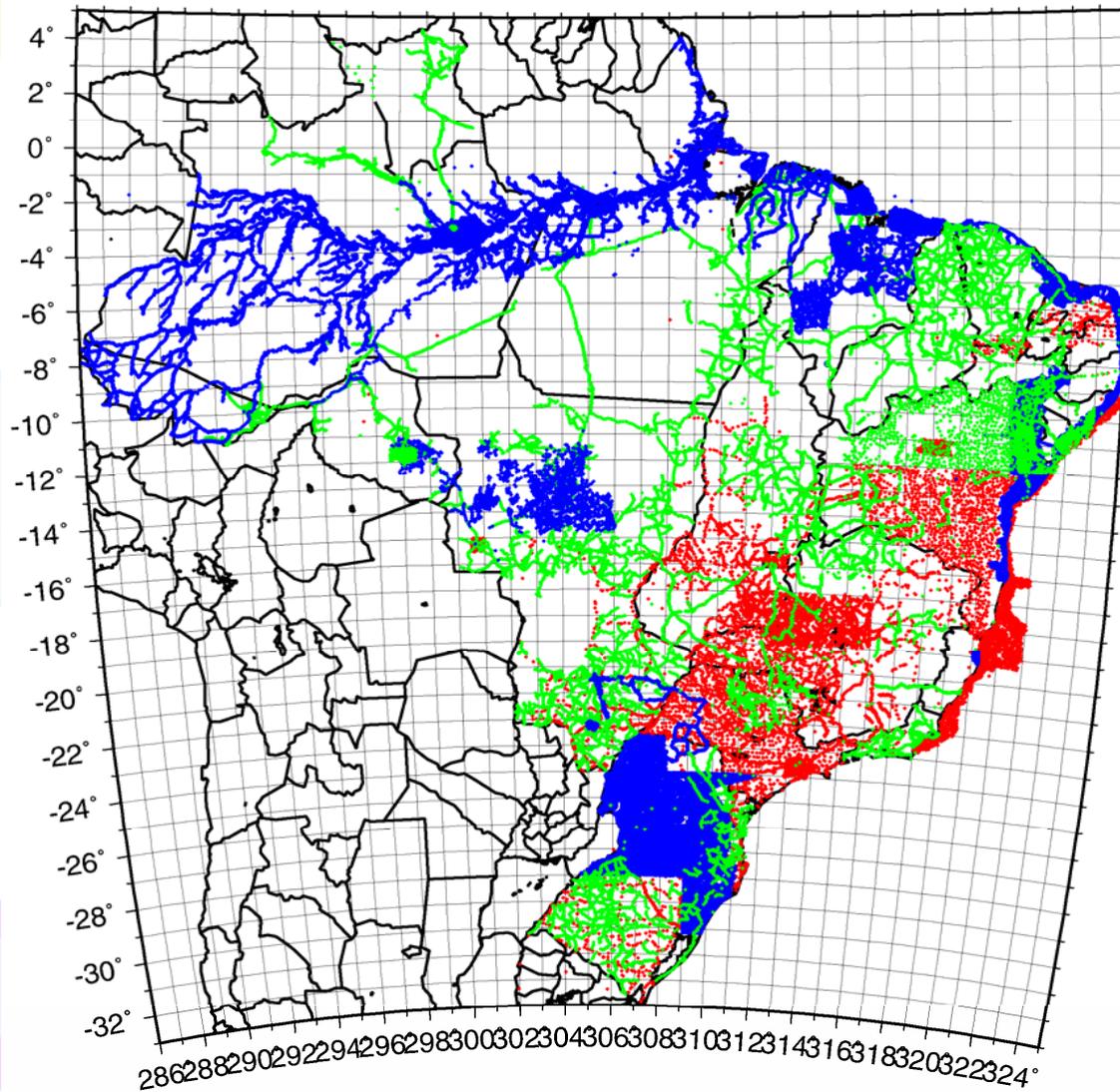
Maria Cristina B. Lobianco
Diretoria de Geociências – CGED - IBGE

Denizar Blitzkow e Ana Cristina O.C. Matos
Escola Politécnica da USP



Objetivo: Determinar a Ondulação Geoidal (N)



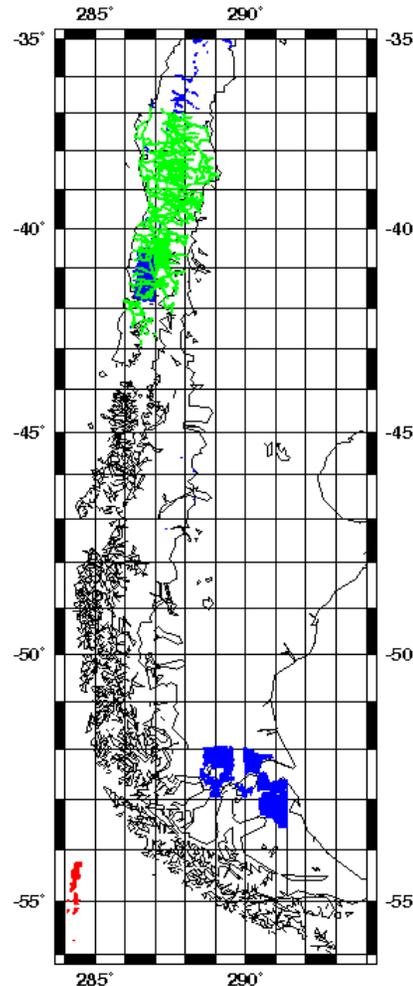
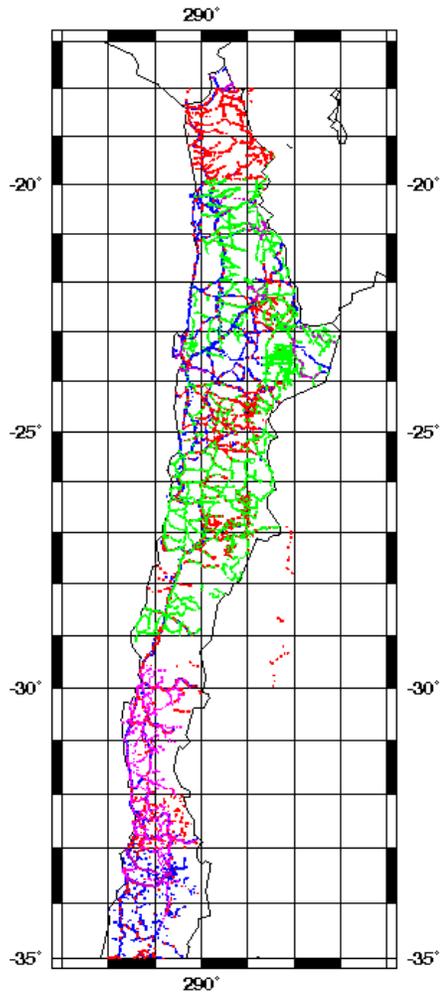


Últimos 12 anos:
esforço concentrado
para diminuir os vazios
de informações de
gravidade no Brasil

- Determinação de
cerca de 20.000
estações gravimétricas
pelo IBGE,
principalmente nas
regiões centro-oeste,
norte e nordeste

Total no Brasil :
mais de 470.000

DENSIFICATION STATIONS IN CHILE



A total of 55 fundamental stations (in red) were established and referred to the existing absolute stations in Iquique, Colina, Puerto Montt and Punta Arenas. Based on the new Fundamental Gravity Network, near 800 gravity densification stations (in blue) were observed, over important areas, by IGM (Instituto Geografico Militar) and IBGE/CGED (Brazil). In green are the data obtained through the coordination of Dr. H. Götze. Pre-existing data are in black

REFERENCE BASE STATIONS IN PARAGUAY

PARAGUAY

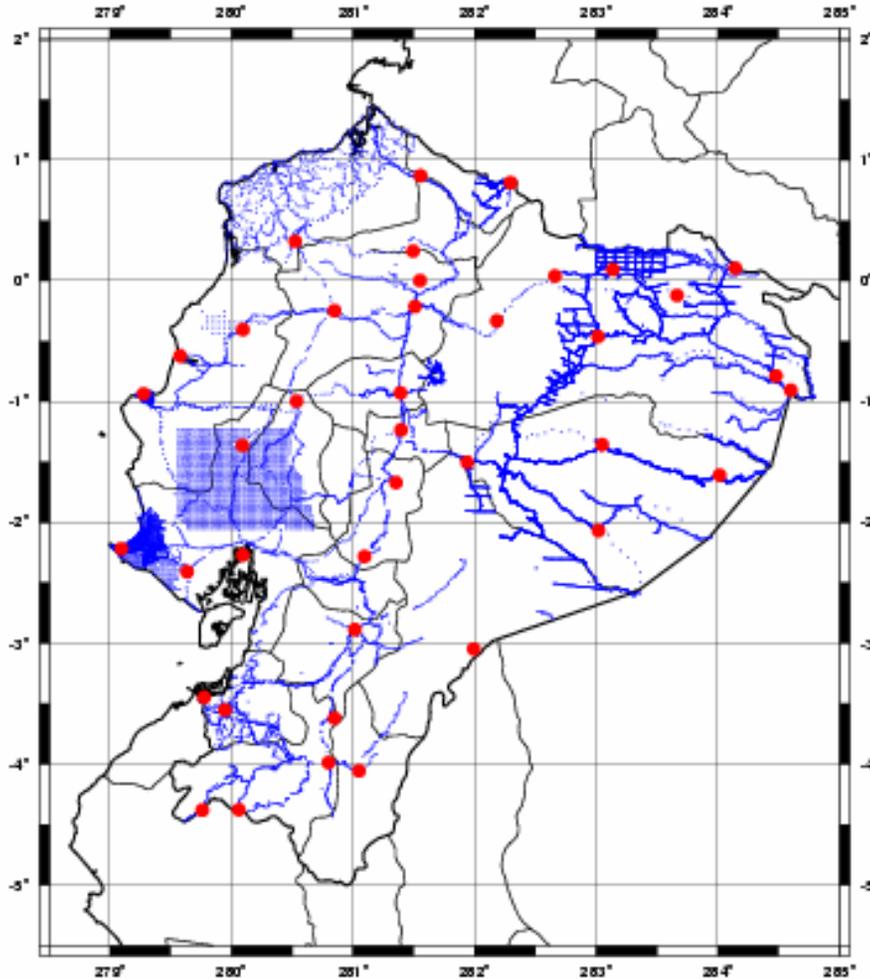
A well succeeded cooperation between DISERGEMIL (Dirección del Servicio Geografico Militar), EPUSP/LTG and IBGE/CGED (Brazil) allowed the establishment of a Fundamental Gravity Network for the country (in red), referred to the absolute gravity station in Valinhos, Brazil and densification surveys (in blue).

Near 2000 gravity stations (in blue) were determined in order to infill the gaps in the south and central part of the country in a cooperation program between Paraguay and Brazil.

- A total of 46 Base stations



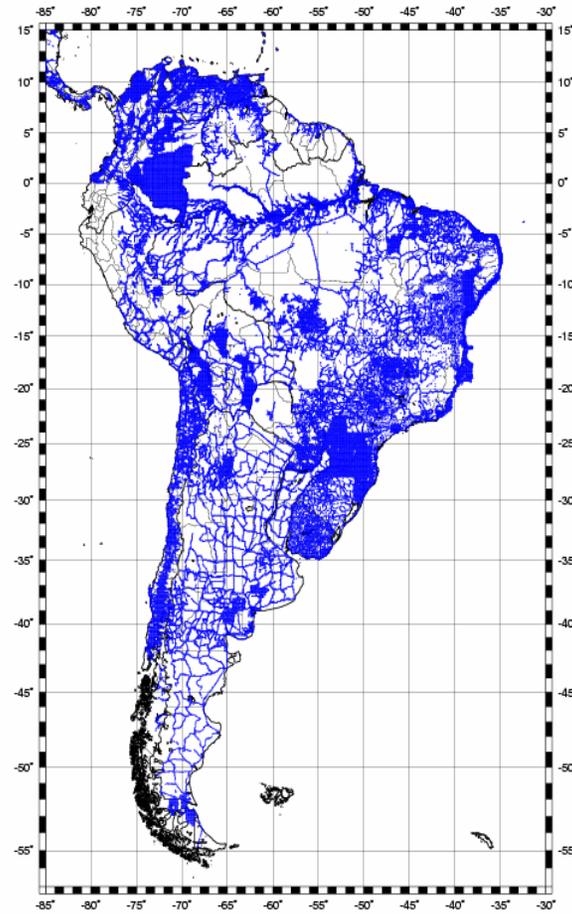
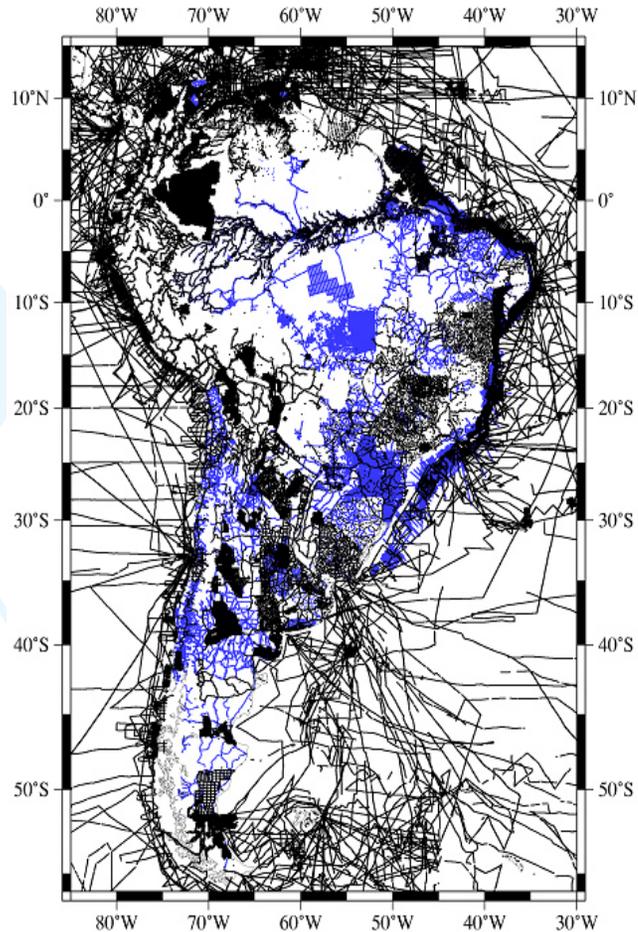
ECUADOR ACTIVITIES



ECUADOR

A close cooperation between IGM, INOCAR, EPUSP and IBGE/CGED (Brazil) resulted in the re-establishment of the fundamental gravity network in the country. A total of 46 fundamental gravity stations were determined, including one in the Galapagos Island.

PRESENT GRAVITY DATA DISTRIBUTION – POINT DATA AND 5' MEAN ANOMALIES

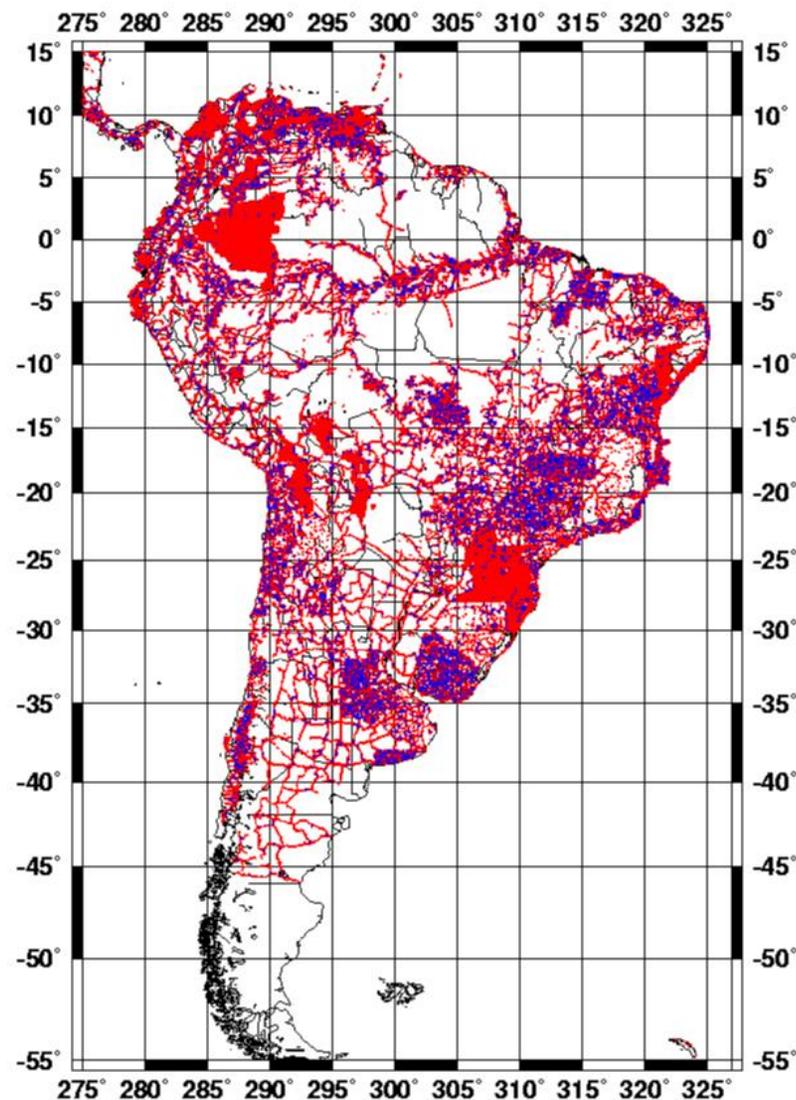




Anomalias Helmert 10' x 10'

Anomalias médias de Helmert em quadrículas de 10' x 10' em áreas continentais, obtidas a partir de informações gravimétricas do IBGE e de outras instituições no Brasil e em países vizinhos

- valores interpolados
- valores observados





Modelo Digital do Terreno

Através da digitalização de cartas topográficas no Brasil, Uruguai e Argentina, da organização de dados de batimetria na costa atlântica (Brazil e Argentina), da análise dos dados do SRTM (Shuttle Recovery Topography Mission) foram criados três modelos do terreno para a América do Sul.



SAM_1mv2

No continente:

Cartas digitalizadas

- ✓ Brasil (IBGE, Petrobrás e GETECH)
1:50.000 e 1:100.000
- ✓ Argentina (IGM) 1:250.000
- ✓ Uruguai (IGM) 1:100.000
- ✓ + SRTM+DTM2002

No oceano:

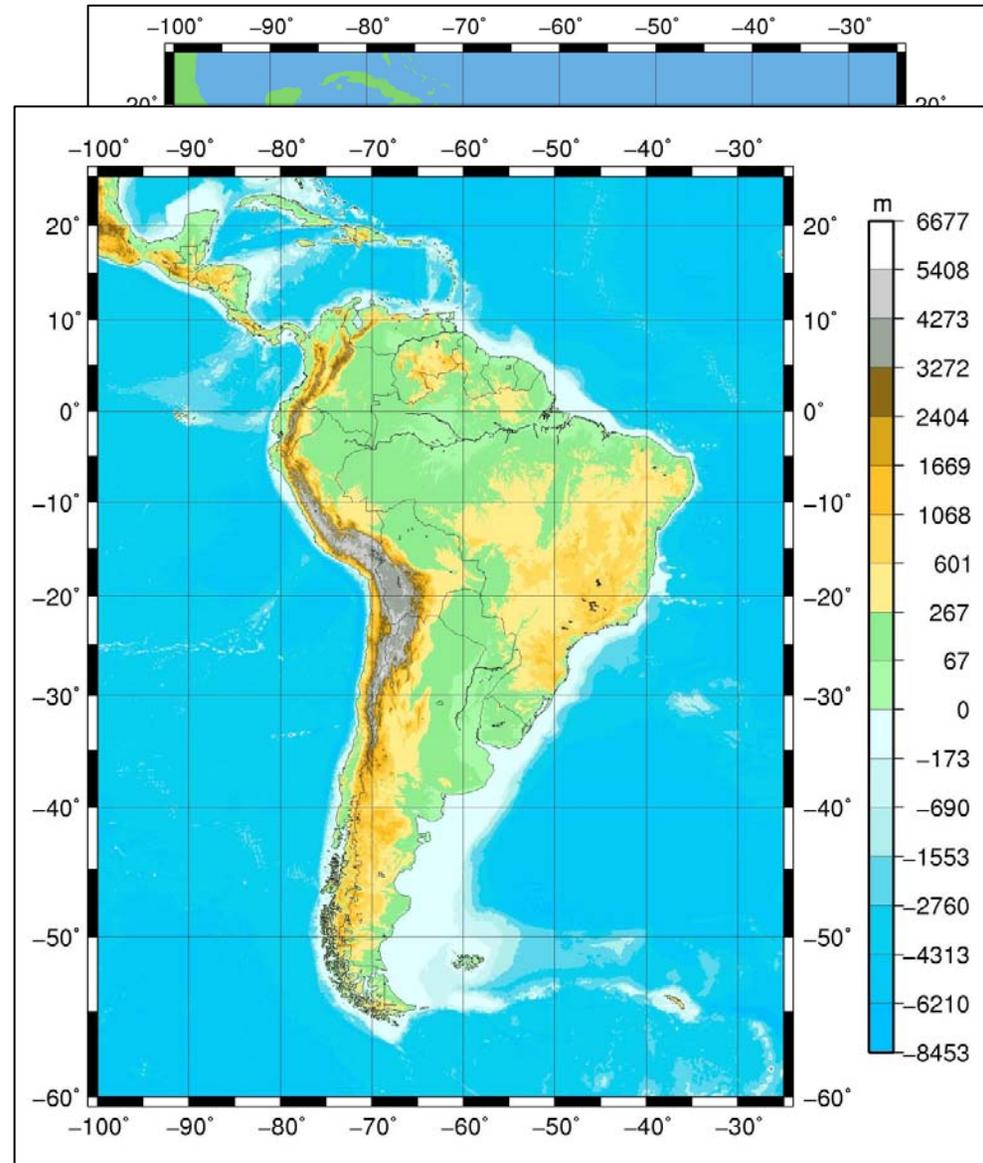
- ✓ Brasil cartas, folhas de bordo, projeto LEPLAC (CHM)
- ✓ Argentina cartas (SHN)
- ✓ +DTM2002

SAM_30s

SRTM+DTM2002

SAM_1mv1

SRTM+DTM2002



Folhas de Bordo e
Projeto LEPLAC



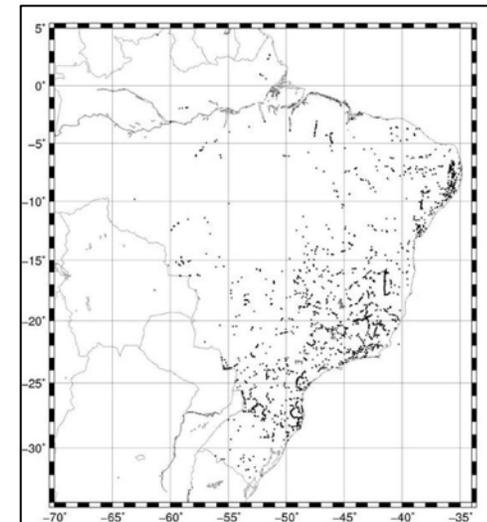
SAM - continente

Comparação das RNs do Brasil

Modelos Δ em metro	N. de pontos	Δ \leq 10 (%)	10 < Δ \leq 20 (%)	20 < Δ \leq 30 (%)	30 < Δ \leq 40 (%)	40 < Δ \leq 50 (%)	Δ > 50 (%)	Média (m)	DQM (m)
SRTM	61.860	70,57	14,94	5,72	2,95	1,74	4,08	-4,0	30,9
SAM_30s	62.030	60,21	19,33	8,11	4,26	2,46	5,62	-4,7	33,3
SAM_1mv1	62.030	50,14	22,03	10,45	5,86	3,40	8,13	-5,7	37,6
SAM_1mv2	62.030	46,05	22,02	11,52	6,77	3,98	9,67	-5,4	39,3
DTM2002	62.030	20,90	15,99	11,98	9,69	7,51	33,93	-8,7	75,0
GLOBE	60.791	20,42	16,00	12,35	9,48	7,53	34,23	-10,2	76,5
GTOPO30	60.818	17,49	14,75	12,02	9,93	7,82	37,99	-11,2	80,0
ETOPO2	62.030	17,33	14,15	11,78	9,57	7,83	39,35	-11,3	88,5
ETOPO5	62.030	10,65	10,51	9,01	7,95	6,97	54,92	0,7	129,1



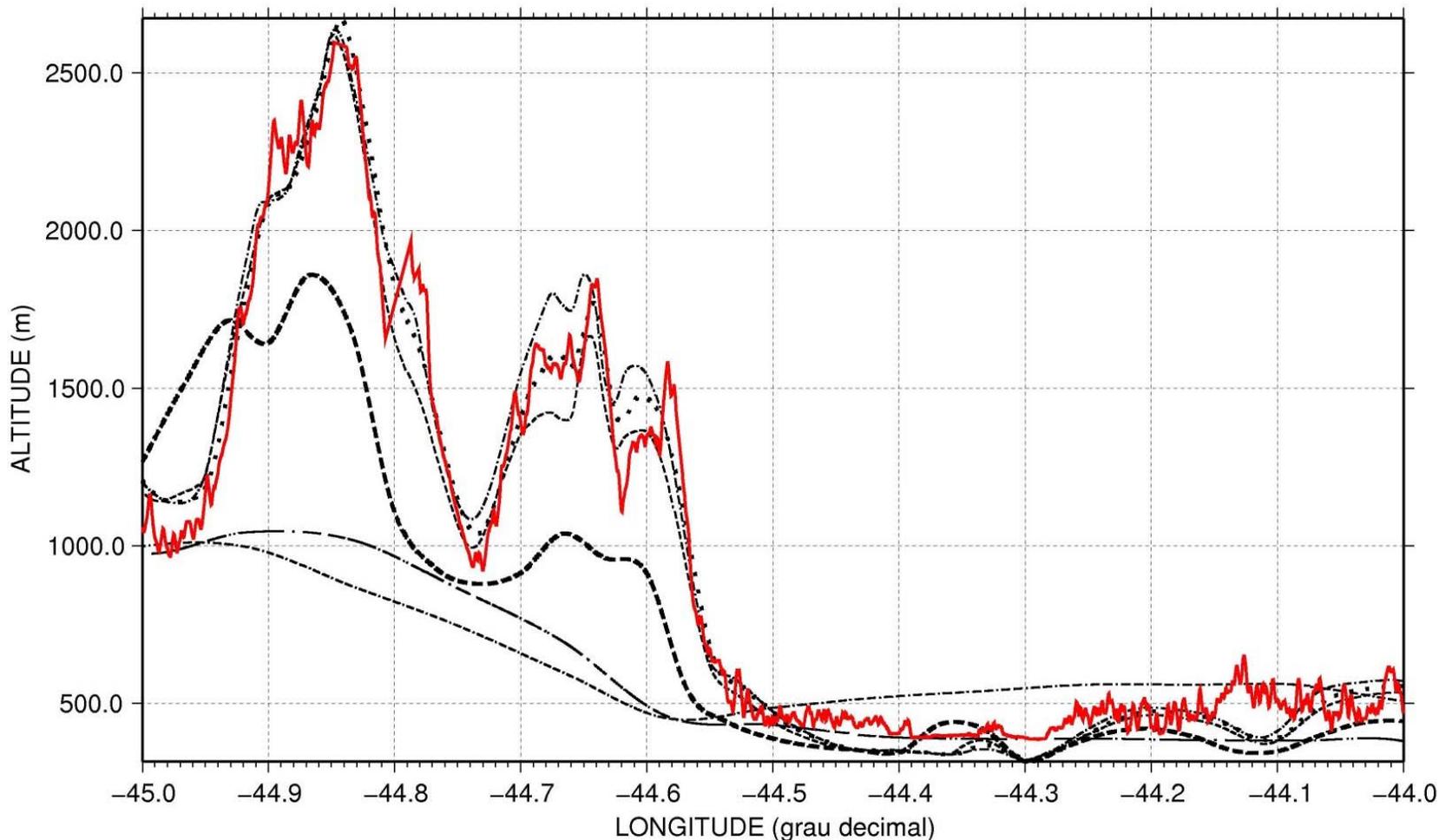
62.030 pontos



2.525 pontos



Perfil longitudinal passando pelo Pico da Pedra da Mina



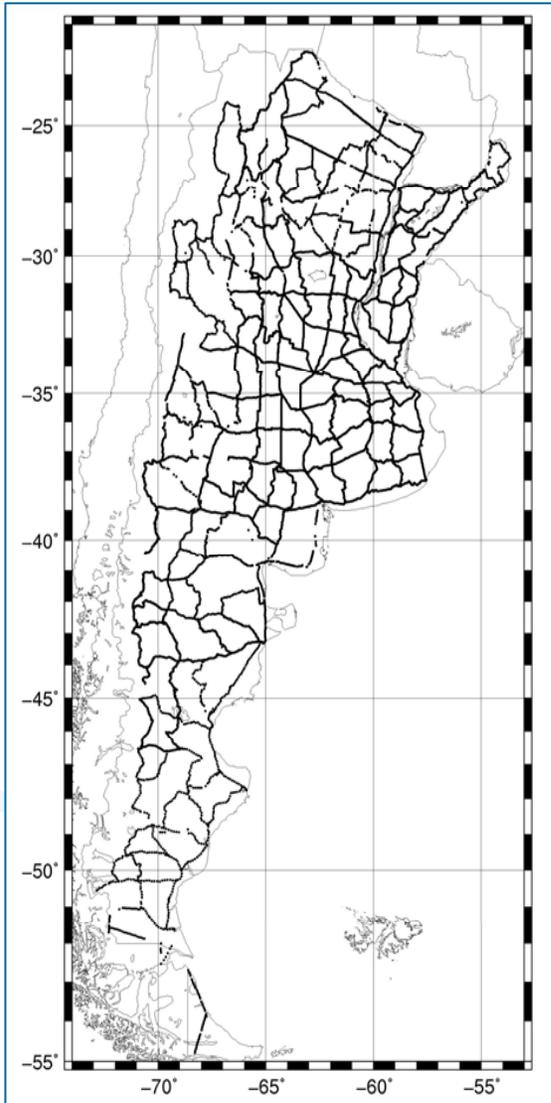


EPUSP - PTR - LTG

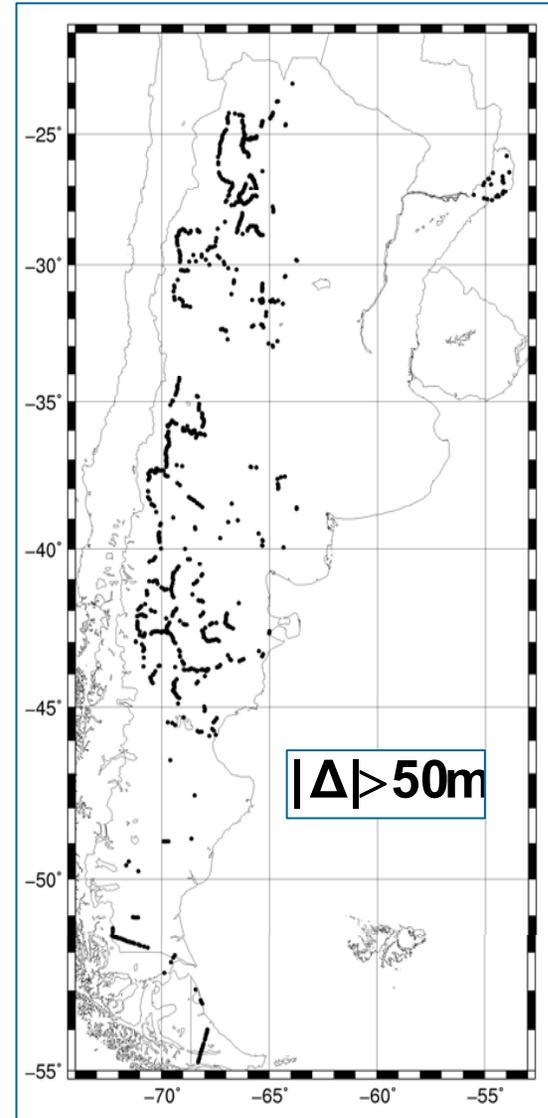
Percentages of the BMs' comparisons over Argentina

Models $ \Delta $ in meters	N. of points compared	$ \Delta \leq 10$ (%)	$10 < \Delta \leq 20$ (%)	$20 < \Delta \leq 30$ (%)	$30 < \Delta \leq 40$ (%)	$40 < \Delta \leq 50$ (%)	$ \Delta > 50$ (%)
SRTM	13,703	75.31	9.33	4.13	2.15	1.42	7.66
DTM2002	13,723	61.95	12.96	6.44	3.91	2.57	12.18
GLOBE	13,679	50.87	23.53	7.88	3.96	2.41	11.35
GTOPO30	13,678	49.36	23.94	8.70	4.01	2.45	11.54
ETOPO2	13,723	43.36	24.70	9.50	4.56	2.95	14.92
ETOPO5	13,723	26.47	17.69	10.75	6.90	5.16	33.02

Distribution of the BMs over Argentina



13,723 points



1,050 points



EPUSP - PTR - LTG



SAM - região oceânica

Utilizou-se dados de:

- ✓ **Brasil** - cartas náuticas, folhas de bordo, projeto LEPLAC
- ✓ **Argentina** - cartas náuticas

O **limite da costa** do modelo foi definido pelo modelo **DTM2002** que utilizou os dados do trabalho de Wessel e Smith (1996). Estes digitalizaram a costa com uma distância média entre os pontos de 178 metros.

Nas regiões onde não obteve-se informação, utilizou-se os dados deste mesmo modelo.



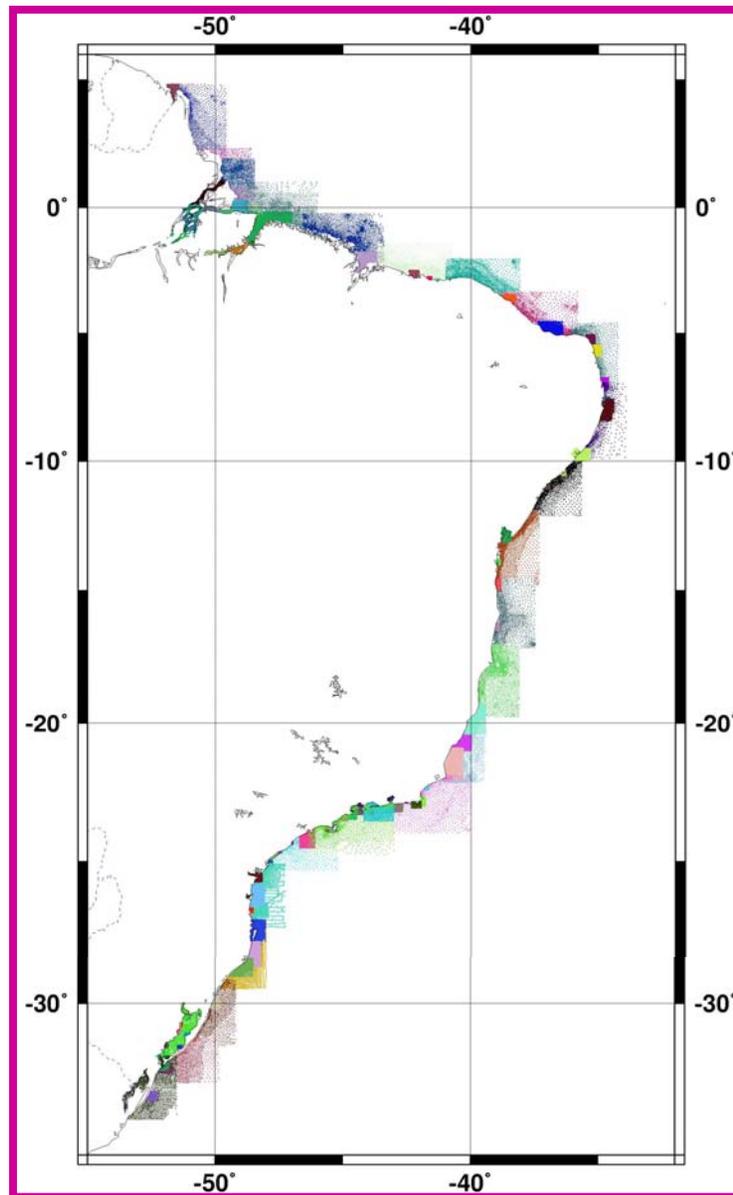
SAM - região oceânica

Cartas náuticas brasileiras

111 cartas

**Convênio com o Centro de
Hidrografia da Marinha (CHM)**

141.998 pontos





SAM - região oceânica

Folhas de Bordo (FB)

Representação gráfica do levantamento hidrográfico

38 FBs sendo:

✓ 7 FBs (Departamento de Hidráulica da EPUSP
escalas 1:100.000 e 1:150.000
68.353 pontos

✓ 31 FBs (LTG da EPUSP-PTR
escala 1:150.000
142.297 pontos

Total = 210.650 pontos

(convênio com o CHM)

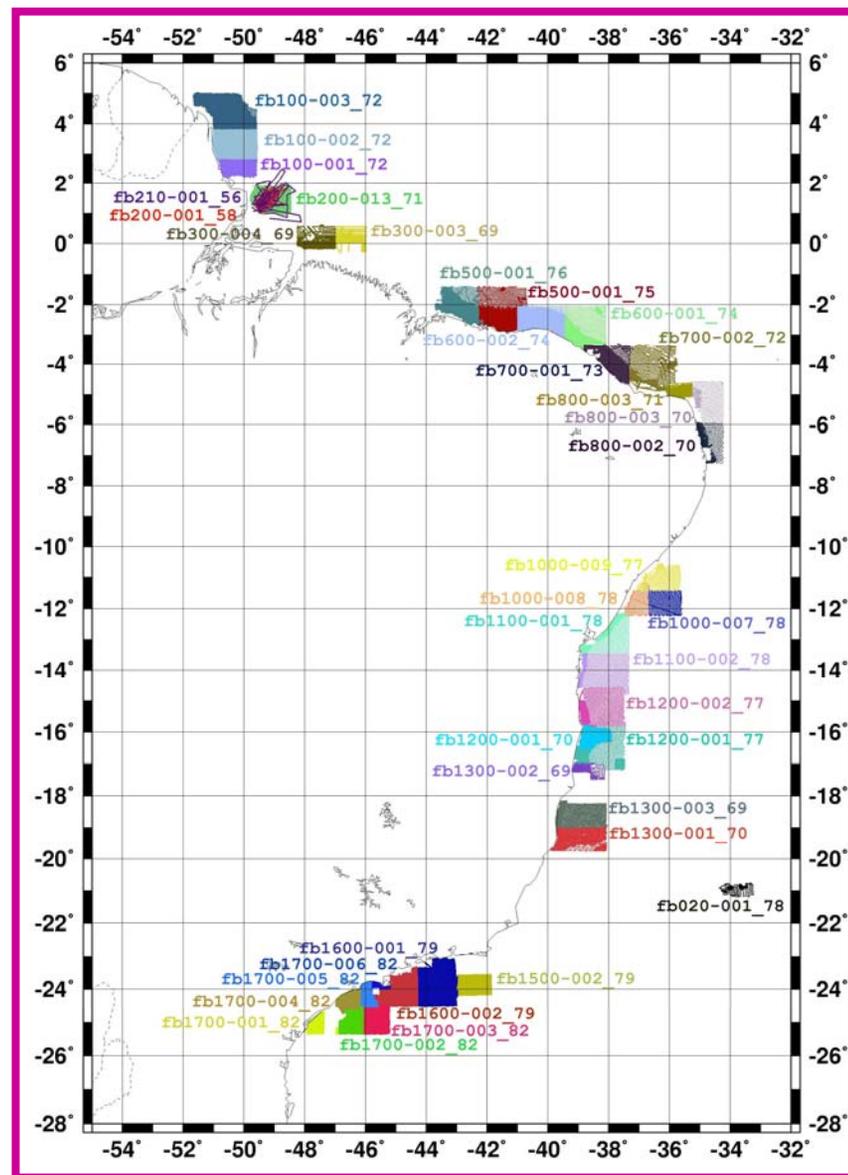
Carta 100 (1:300.000) com 1.004 pontos

FB-100-001/72 com 5.049 pontos

FB-100-002/72 com 9.932 pontos

FB-100-003/72 com 9.335 pontos

(1:150.000) **24.316 pontos**





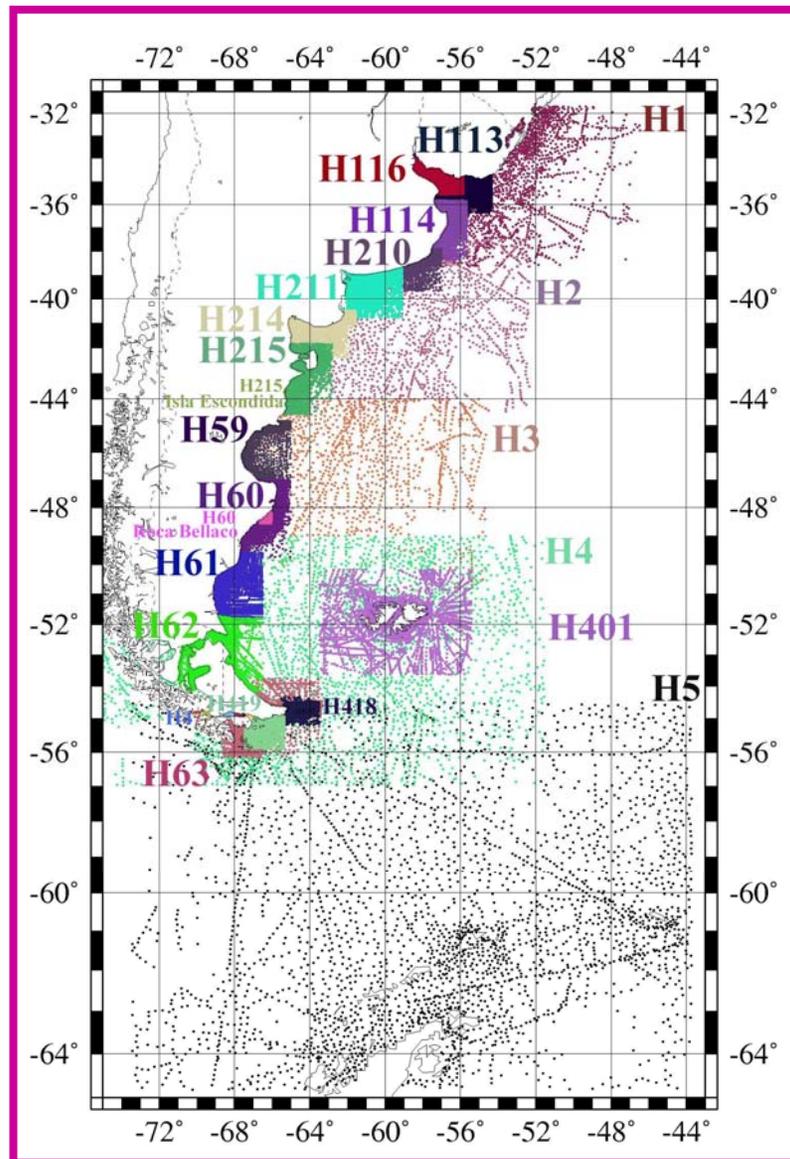
SAM - região oceânica

Cartas náuticas da Argentina

26 cartas náuticas em papel

Servicio de Hidrografía Naval
da Argentina (SHN)

56.270 pontos

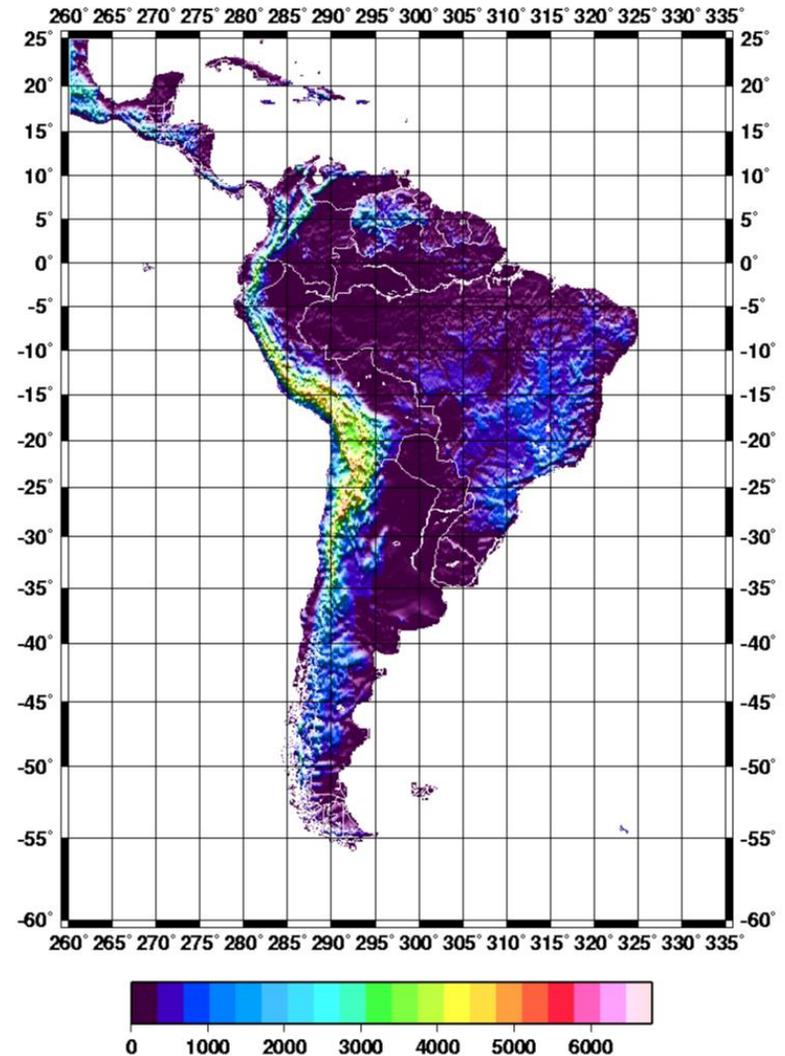




SAM DTM

**Modelo Digital de Terreno
(MDT) de 1' x 1':**

**Desenvolvido pela EPUSP,
a partir da digitalização de
cartas topográficas e,
quando indisponíveis, do
modelo GLOBE**

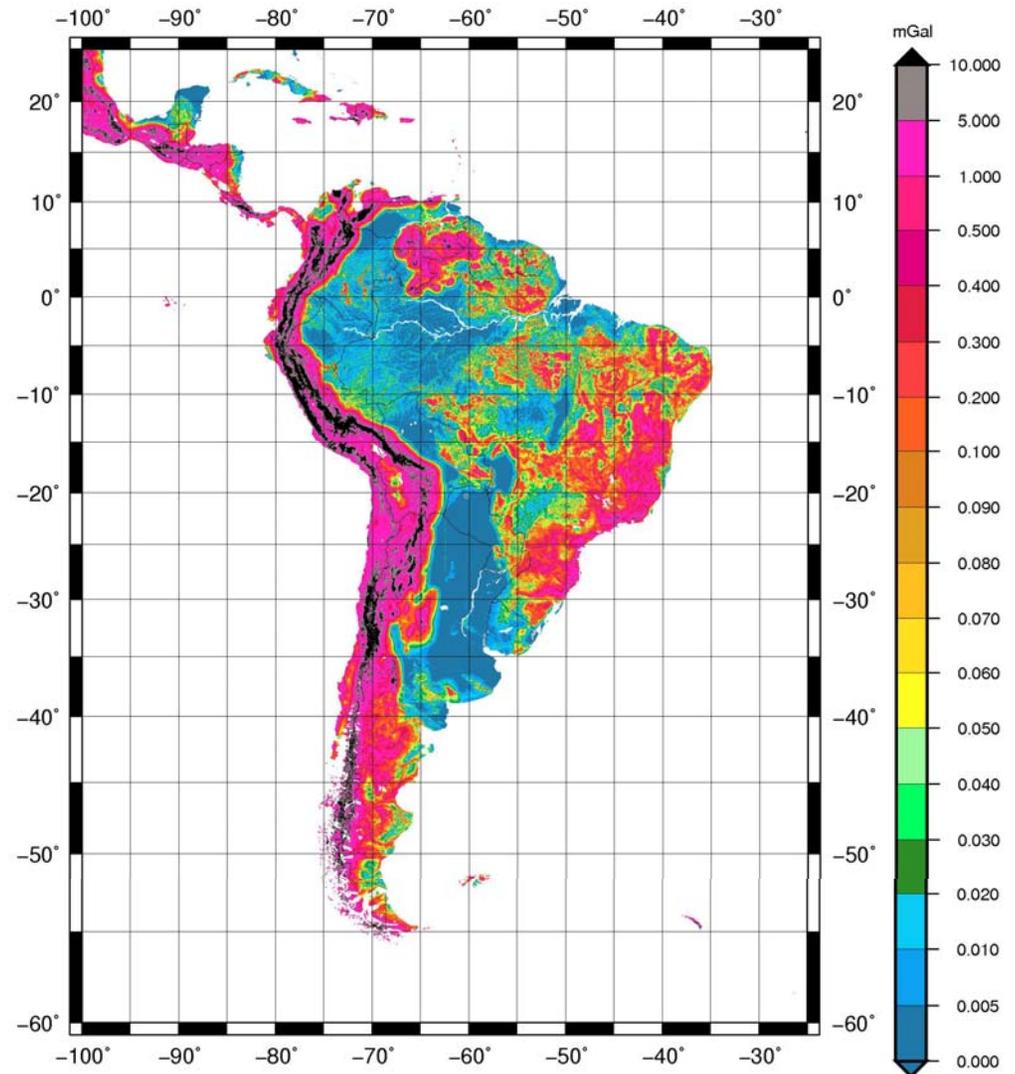


Correção de Terreno SAM2004

CT max = 138,99
mGal
(-12,66 - 72,033)

CT min = 0 mGal

Média = 0,362
mGal





Efeito Indireto SAM2004

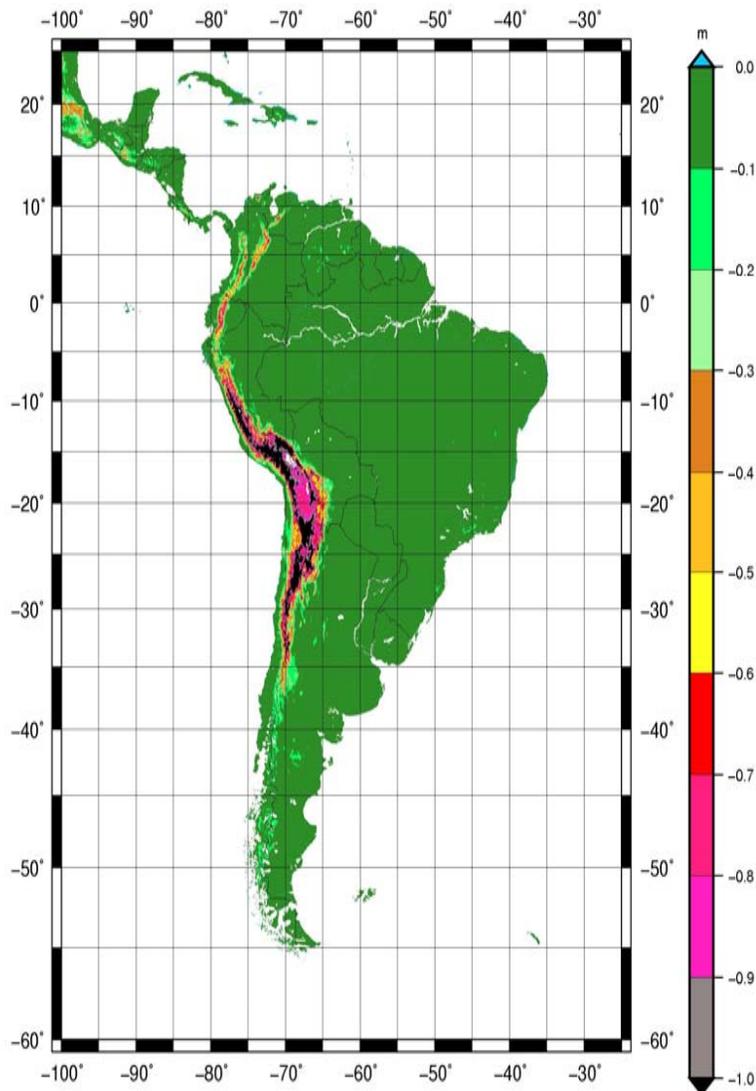
$N_{ind} \text{ max} = 0,300$
m

$(-20,466667,-$
 $28,850000)$

$N_{ind} \text{ min} = -1,891$
m

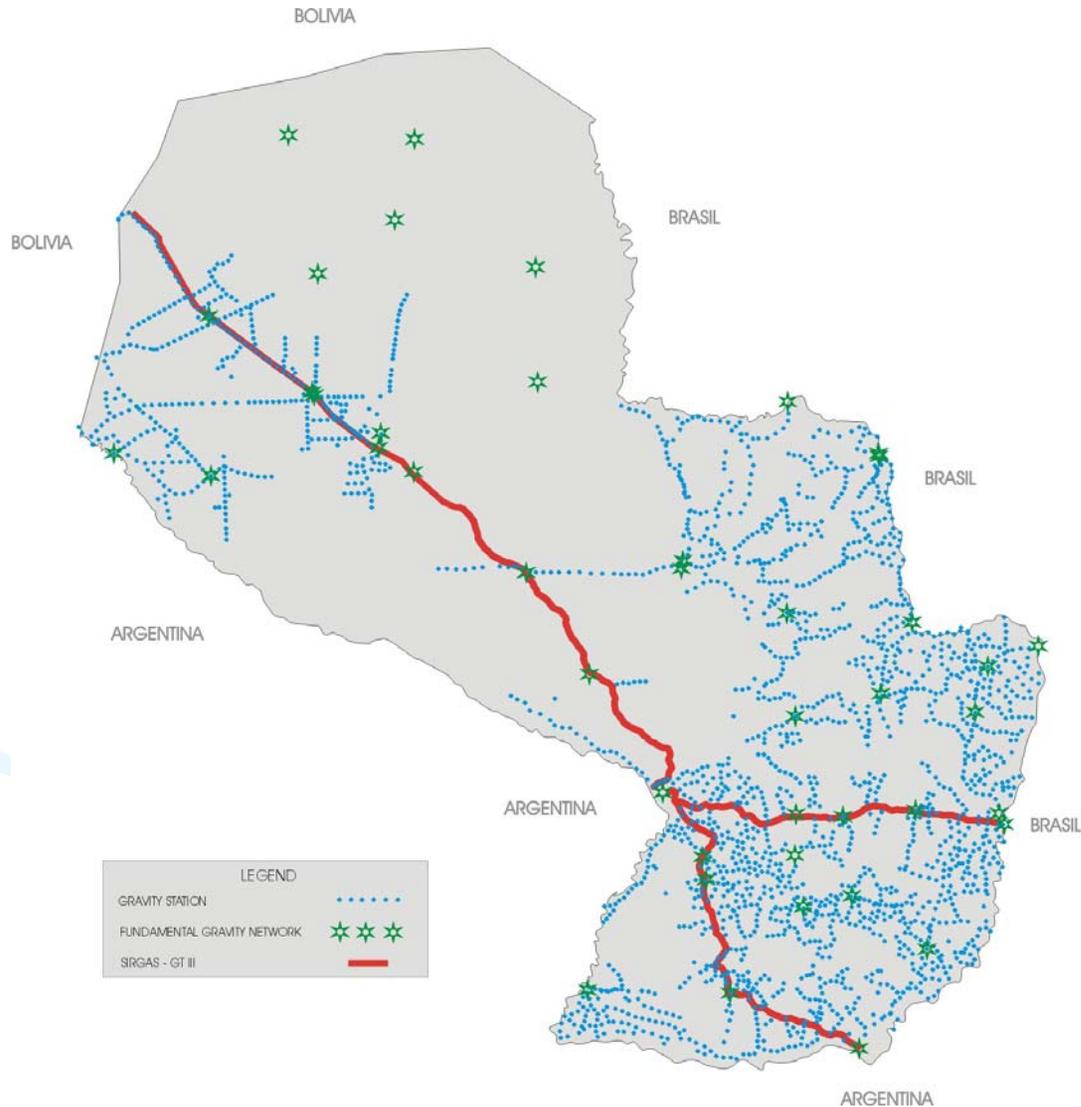
$(-27,150000,-$
 $68,550000)$

Média = $-0,067$ m



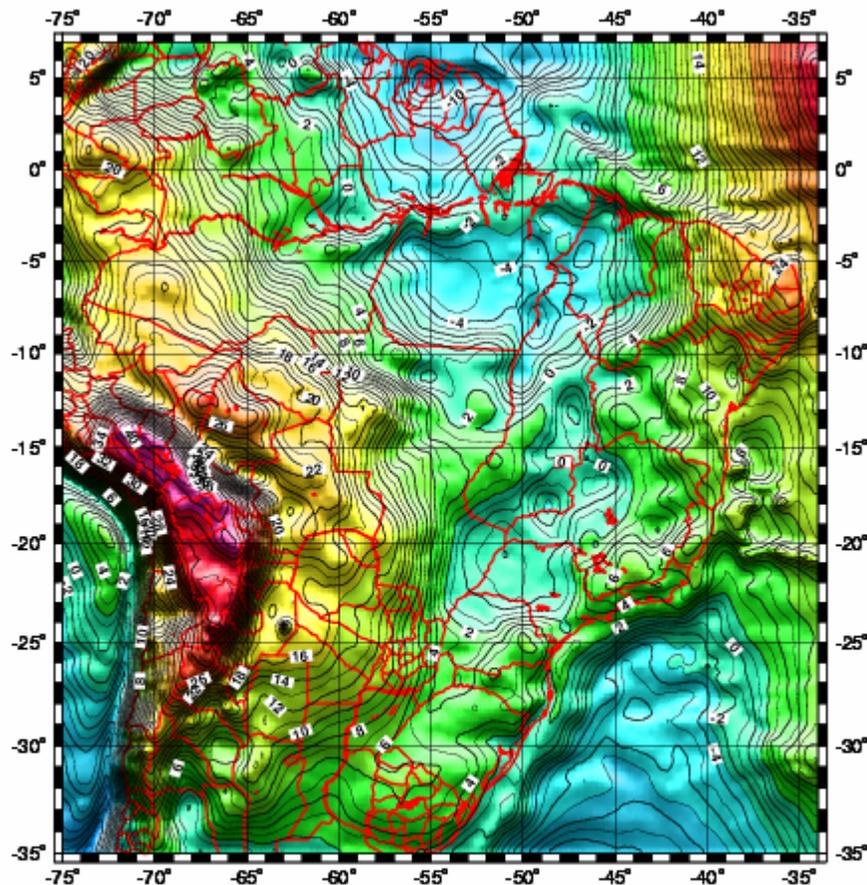


Gravimetria e nivelamento

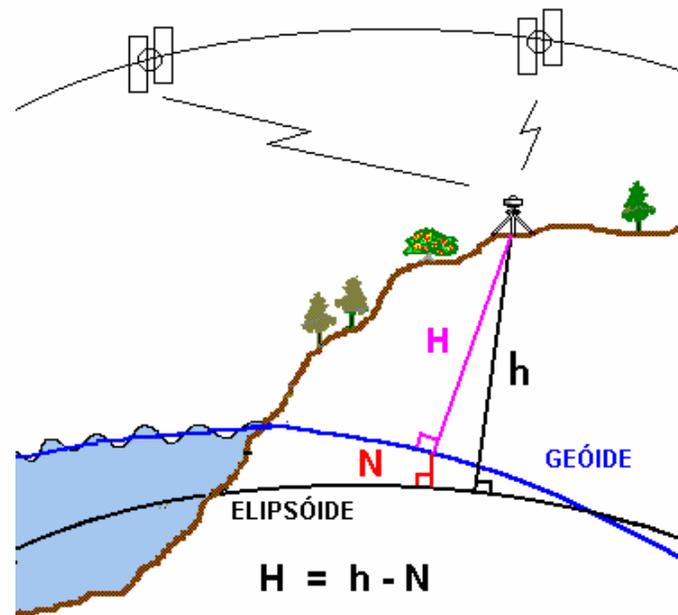




Modelo Geoidal em SAD69



alturas geoidais (m)

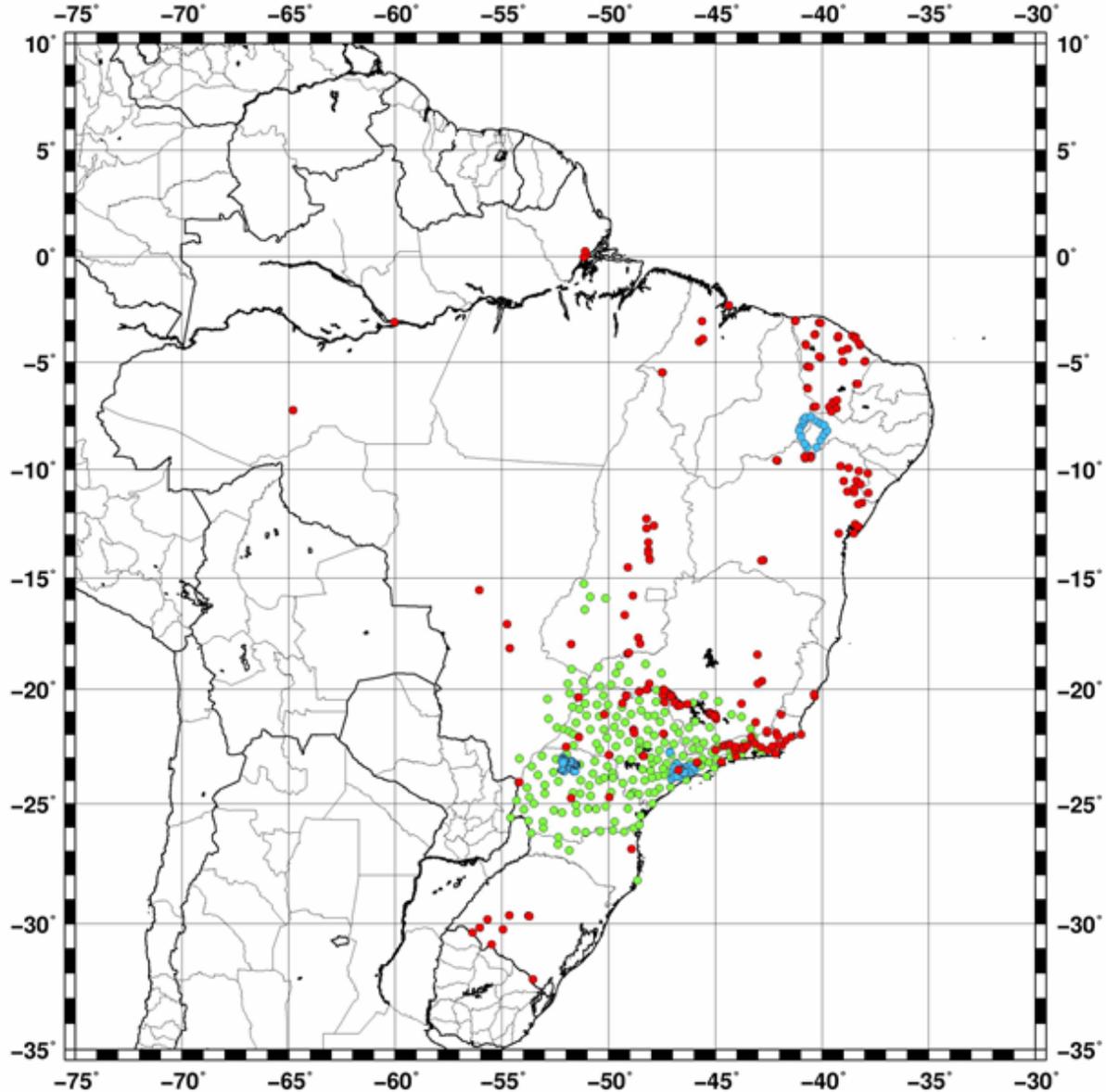


$$H = h - N$$



Comparações

Os resultados foram comparados com as ondulações geoidais provenientes de 336 observações GPS sobre referências de nível.





Cálculo do MAPGEO2004 (cont.):

- **Erro médio** associado ao modelo foi de **+/- 0,5 m** a partir das comparações de altitudes GPS com altitudes de referências de nível do IBGE
- Utilizando 71 pares de pontos GPS sobre o nivelamento foi obtido o **erro relativo** comparando o modelo agora apresentado com as alturas geoidais GPS. Chegou-se ao valor de **5,0 mm/km**.
- Não se pode assegurar, entretanto, que este valor seja constante para todo o território nacional.



Programa Mapgeo

Entrada:

Latitude e Longitude em
graus e fração de graus

ou

graus decimais

Saída:

Ondulação geoidal em m

IBGE - MAPGEO2004

Ilustrações Utilitários Ajuda Sair

SISTEMA DE INTERPOLAÇÃO DE ONDULAÇÃO GEOIDAL

Coordenadas Geodésicas

Formato de entrada em graus, minutos e segundos

SAD-69

SIRGAS

ENTRADA VIA TECLADO

Identificação da Estação estação 1

+/- grau min segdecimal

Lat - 25 32 45.87

Lon - 45 54 28.78

Ondulação Geoidal -4.98

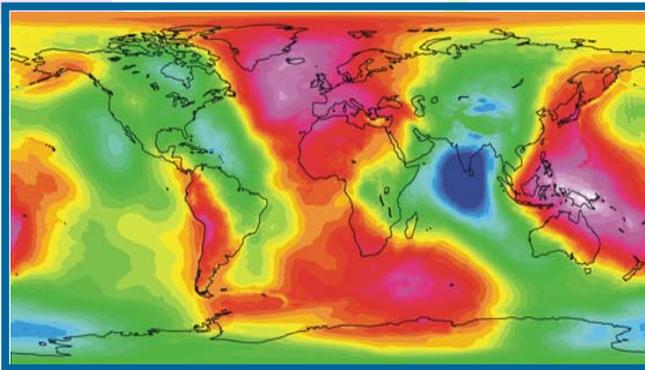
ENTRADA VIA ARQUIVO Nº de Linhas Tempo

Arquivo de entrada

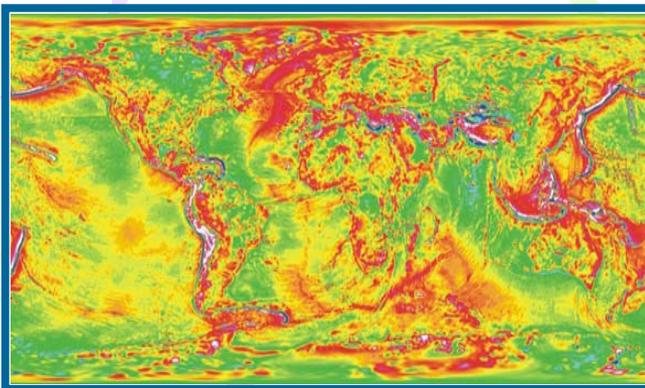
Arquivo de saída



Novas perspectivas: Missões de Satélites Gravimétricos



Geóide Global



Campo de Anomalias Global

CHAMP: Estudo dos campos gravitacional e magnético da Terra e suas variações no tempo.

GRACE: Estudo do campo gravitacional da Terra e suas variações no tempo.

GOCE: Determinação precisa, com alta resolução e acurácia do campo gravitacional global estático da Terra.

Outros Produtos: Modelos de Geopotencial

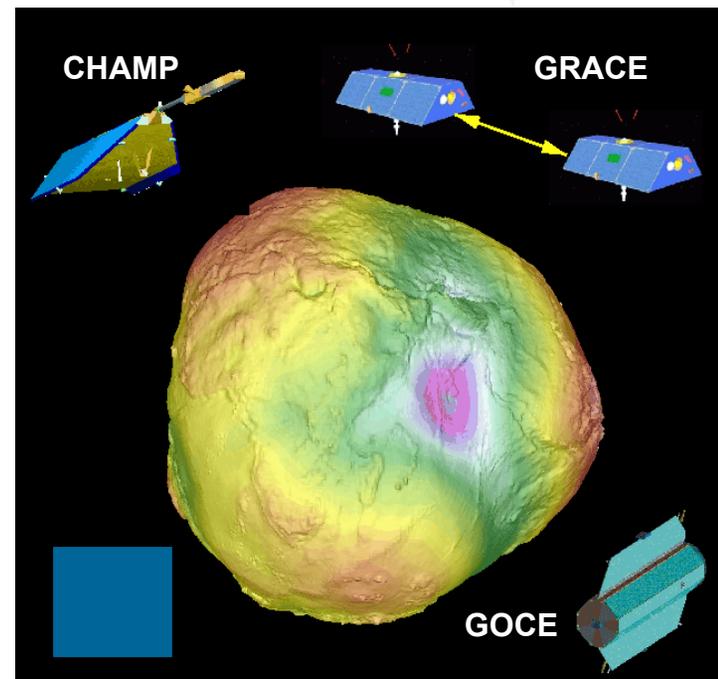


Figura GFZ